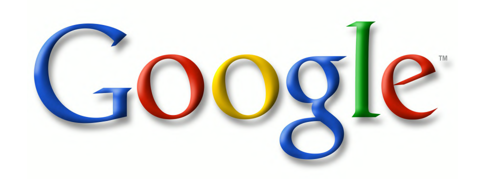
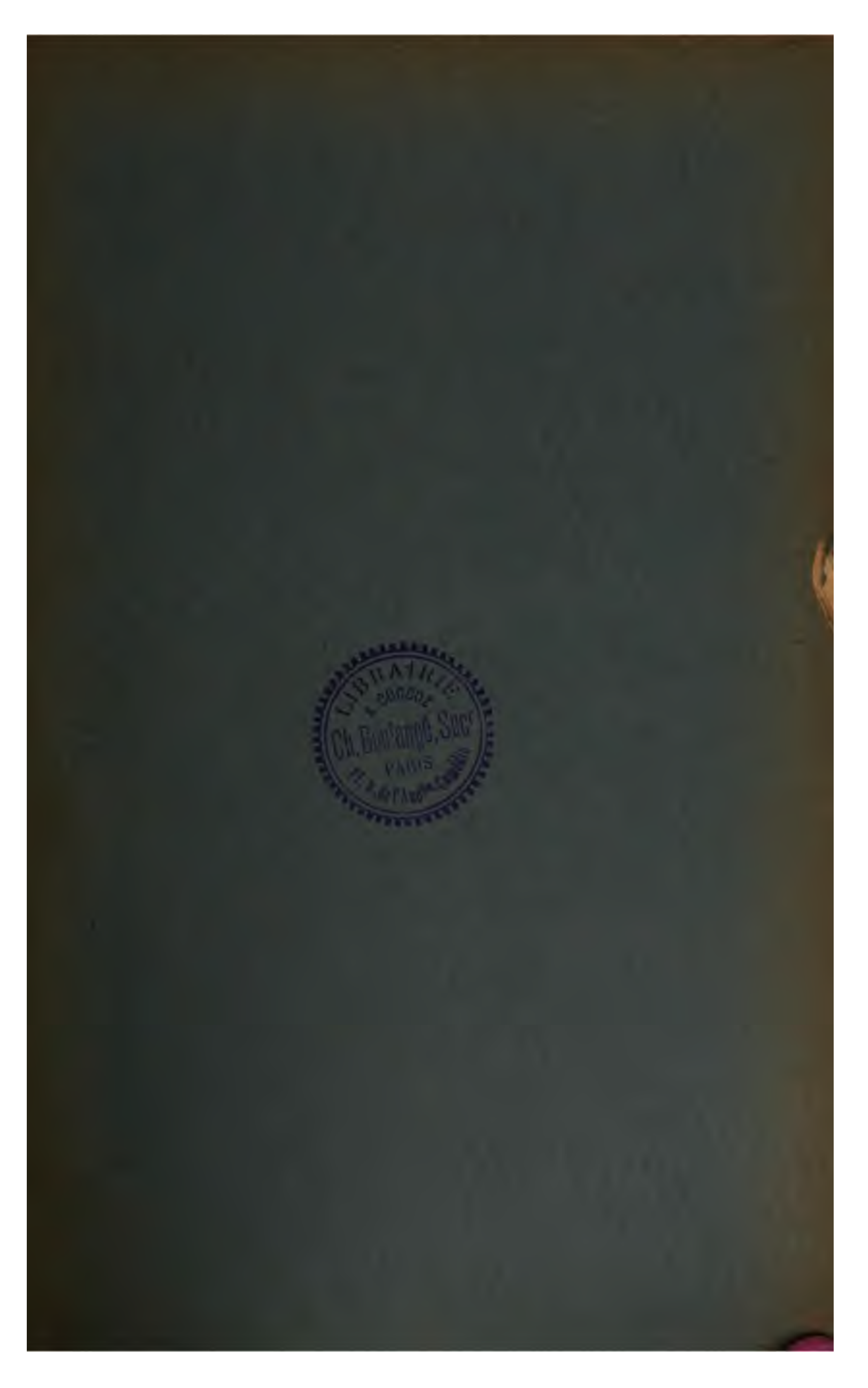



LIBRAIRIE
PARIS

# ASSOCIATION FRANÇAISE

POUR

# L'AVANCEMENT DES SCIENCES

Une table des matières est jointe à chacun des volumes du Compte Rendu des travaux de l'Association Française en 1903.

Une table analytique *générale* par ordre alphabétique termine la 2me partie; dans cette table, les nombres qui sont placés après la lettre *p* se rapportent aux pages de la 1re partie, ceux placés après l'astérisque * se rapportent aux pages de la 2me partie.

Les indications bibliographiques se trouvent à la table des matières des volumes.

Angers, imp. Germain et G. Grassin. — 2010-4.

# ASSOCIATION FRANÇAISE

POUR

## L'AVANCEMENT DES SCIENCES

FUSIONNÉE AVEC

## L'ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

(Fondée par Le Verrier en 1864)

**Reconnues d'utilité publique**

---

## COMPTE RENDU DE LA 32ME SESSION

---

# ANGERS

— 1903 —

---

## SECONDE PARTIE

NOTES ET MÉMOIRES

---

PARIS

AU SECRÉTARIAT DE L'ASSOCIATION

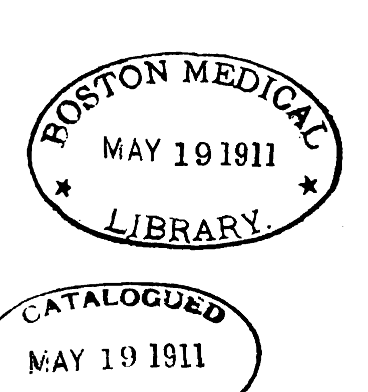
**28, rue Serpente (Hôtel des Sociétés savantes)**

ET CHEZ MM. MASSON et Cie, LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

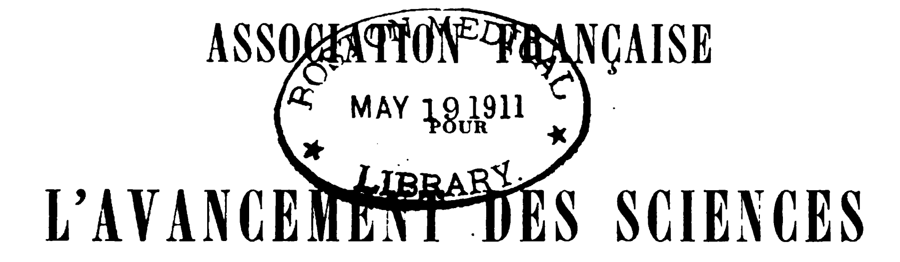
**120, boulevard Saint-Germain**

—

1904


BOSTON MEDICAL
MAY 19 1911
LIBRARY.
CATALOGUED
MAY 19 1911
J. F. B.

# ASSOCIATION FRANÇAISE
POUR
# L'AVANCEMENT DES SCIENCES




---

## NOTES ET MÉMOIRES

---

**M. Édouard COLLIGNON**
**Inspecteur général des Ponts et Chaussées**

---

**PROBLÈME DE GÉOMÉTRIE** [M' 31]

---

*— Séance du 5 août —*

### INTRODUCTION

#### EMPLOI D'UN SYSTÈME PARTICULIER DE COORDONNÉES

Soit AB *(fig. 1)* une courbe donnée, rapportée à un système d'axes rectangulaires OX, OY. En un point M menons la tangente MR, qui fait avec l'axe OX un angle $\alpha$. Appelons $x$ l'abscisse OP, $y$ l'ordonnée PM. La courbe peut être définie de forme par une relation

$$(1) \qquad y = F(\alpha)$$

entre l'ordonnée $y$ et l'angle $\alpha$. Pour passer de là à l'équation cartésienne de

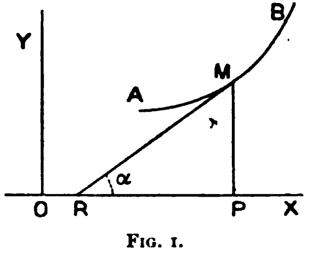


Fig. 1.

la courbe, différentions l'équation (1); nous aurons

$$dy = F'(\alpha)\, d\alpha,$$

et multipliant par cot $\alpha$ les deux membres, il viendra

$$dx = dy \cot \alpha = F'(\alpha) \cot \alpha\, d\alpha.$$

L'abscisse $x$ est donc définie par l'équation

$$x = C + \int_{\alpha_0}^{\alpha} F'(\alpha) \cot \alpha\, d\alpha, \tag{2}$$

avec une constante arbitraire C qui fixe la position de la courbe le long de l'axe OX, sans influer sur sa forme.

Si l'on suppose tracées dans le plan des axes une infinité de parallèles à l'axe OX, le long de chacune l'ordonnée $y$ aura la même valeur, et l'angle $\alpha$ sera le même; on voit que l'équation (1) définit une infinité de trajectoires toutes égales, qui coupent sous des angles $\alpha$ déterminés les parallèles à l'axe OX qu'elles rencontrent.

Les divers éléments géométriques de la courbe peuvent se déduire de l'équation (1).

*Rayon de courbure* $\rho$.

On a d'abord pour l'arc élémentaire $ds$

$$ds = \sqrt{dx^2 + dy^2} = F'(\alpha)\, d\alpha \sqrt{1 + \cot \alpha^2} = \frac{F'(\alpha)\, d\alpha}{\sin \alpha},$$

et par suite

$$\frac{ds}{d\alpha} = \rho = \frac{F'(\alpha)}{\sin \alpha}. \tag{3}$$

*Coordonnées* x', y' *du centre de courbure.*

On a en général

$$y' - y = \frac{1 + p^2}{q}, \quad x' - x = -\frac{p(1 + p^2)}{q}.$$

Dans ces équations $p$ est la première dérivée de $y$ par rapport à $x$, et l'on a $p = \text{tang}\, \alpha$; $q$ est la seconde dérivée, ou la dérivée de $p$ par rapport à $x$; on a donc

$$q = \frac{dp}{dx} = \frac{dp}{\left(\frac{dy}{p}\right)} = \frac{pdp}{dy},$$

expression qu'on peut introduire dans les équations qui donnent $y'$ et $x'$. Il vient

$$y' - y = \frac{(1 + p^2)\, dy}{pdp}, \quad x' - x = -\frac{(1 + p^2)\, dy}{dp}$$

On a de plus, en faisant usage de l'égalité $p = \text{tang}\,\alpha$,

$$1 + p^2 = \frac{1}{\cos^2\alpha}, \quad dp = \frac{d\alpha}{\cos^2\alpha},$$

et enfin $dy = F'(\alpha)\,d\alpha$; ce qui conduit aux relations

$$(4) \qquad y' = y + \frac{\frac{1}{\cos^2\alpha} F'(\alpha)\,d\alpha}{\text{tang}\,\alpha \frac{d\alpha}{\cos^2\alpha}} = y + F'(\alpha)\cot\alpha,$$

$$(5) \qquad x' = x - \frac{\frac{1}{\cos^2\alpha} F'(\alpha)\,d\alpha}{\frac{d\alpha}{\cos^2\alpha}} = x - F'(\alpha).$$

On voit que la première dérivée $F'(\alpha)$ de $y$ par rapport à $\alpha$ est représentée sur la figure par le segment SP (*fig.* 2), compris sur l'axe OX entre les ordonnées du point M et du centre de courbure correspondant.

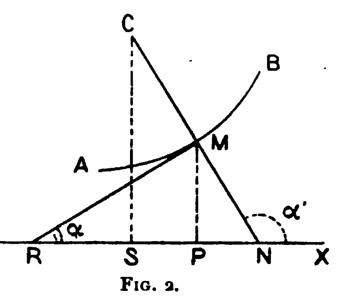


Fig. 2.

L'équation (4), où l'on remplacerait $y$ par $F(\alpha)$, exprimera l'ordonnée $y'$ de la développée de la courbe en fonction de l'angle $\alpha$ ; si donc on introduit l'angle $\alpha'$ que fait la tangente CMN à la développée avec l'axe OX, on aura l'équation de cette développée dans le système de coordonnées $(y, \alpha)$. L'angle $\alpha'$ est égal à $\alpha + \frac{\pi}{2}$ ; on a donc $\alpha = \alpha' - \frac{\pi}{2}$, et l'équation

$$(6) \qquad y' = F\left(\alpha' - \frac{\pi}{2}\right) - F'\left(\alpha' - \frac{\pi}{2}\right) \text{tang}\,\alpha'$$

est l'équation de la développée.

*Relation entre le rayon de courbure et la tangente.*

*Minimum de la longueur de la tangente* MR *et de la normale* MN.

La tangente $MR = t$ a pour longueur

$$(7) \qquad t = \frac{y}{\sin\alpha} = \frac{F(\alpha)}{\sin\alpha}.$$

Si l'on compare la longueur du rayon de courbure $\rho$ à la longueur $t$ de la tangente, on a

$$\frac{\rho}{t} = \frac{F'(\alpha)}{F(\alpha)} = \frac{d}{d\alpha} l\,(F(\alpha)), \tag{8}$$

de sorte que le rapport du rayon de courbure à la tangente est la dérivée du logarithme de la fonction F.

La tangente $t$ devient infinie, en général, pour $\alpha = 0$, $\alpha = \pi$; entre ces deux limites elle a une valeur minimum, qui correspond à la relation $dt = 0$.

Mais
$$dt = \frac{\sin\alpha\, dy - y\cos\alpha\, d\alpha}{\sin^2\alpha},$$

ce qui donne pour le minimum cherché

$$\cot\alpha = \frac{dy}{y\,d\alpha} = \frac{F'(\alpha)}{F(\alpha)} = \frac{\rho}{t} = \frac{\cos\alpha}{\sin\alpha} \tag{9}$$

ou bien $\rho \sin\alpha = t\cos\alpha$, de sorte, qu'à l'endroit du minimum de la tangente, le rayon de courbure et la tangente ont la même projection sur l'axe OX; en d'autres termes les points S et R (*fig. 2*) coïncident.

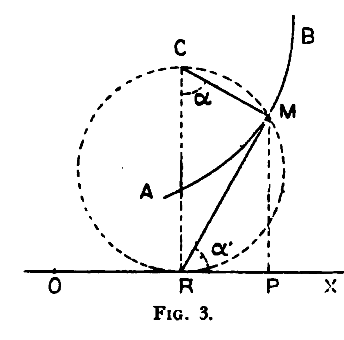


FIG. 3.

Dans le cas général les quatre points R, S, M, C sont sur une même circonférence, dont le diamètre est CR. Dans le cas particulier du minimum de la tangente, les deux points R et S se confondent en un seul et la circonférence CMR (*fig. 3*) est tangente en R à l'axe OX.

La longueur de la normale MN est donnée par l'équation

$$N = \frac{y}{\cos\alpha} = \frac{F(\alpha)}{\cos\alpha}. \tag{10}$$

Elle est infinie pour $\alpha = \frac{\pi}{2}$, si l'ordonnée n'est pas nulle en même temps. Le minimum de N correspond à l'équation

$$\cos\alpha\, dy + y\sin\alpha\, d\alpha = 0,$$

c'est-à-dire,

(11) $$\operatorname{tang} \alpha = -\frac{dy}{y\,d\alpha} = -\frac{F'(\alpha)}{F(\alpha)} = -\frac{\rho}{t}.$$

ou bien $$t \sin \alpha = -\rho \cos \alpha$$

ou encore, en posant $$\alpha = \pi - \alpha',$$

(12) $$t \sin \alpha' = \rho \cos \alpha.$$

Si $t =$ MR (*fig. 4*), cette relation, d'après la figure, donne l'égalité $\rho =$ MN; de sorte que le minimum de la normale a lieu lorsque le centre de courbure se trouve sur l'axe OX.

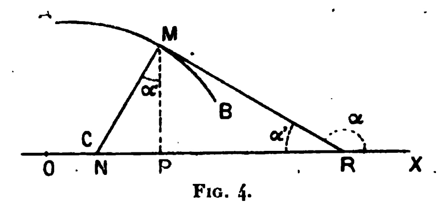


Fig. 4.

*Courbe roulante engendrant la courbe* AB.

Soit GH (*fig. 5*) la courbe qui, en roulant sur l'axe OX, engendrera la courbe AB; nous prendrons pour pôle le point décrivant, M et nous poserons MN $= r$, rayon vecteur de la courbe cherchée. Nous compterons les angles polaires $\theta$ à partir d'une droite MM' arbitraire, faisant corps avec la courbe GH.

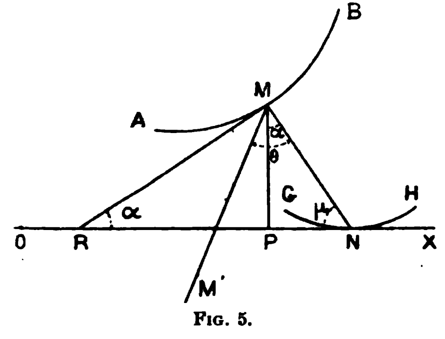


Fig. 5.

Si l'on appelle $\mu$ l'angle ONM de la tangente à GH avec le rayon vecteur, nous aurons

$$\operatorname{tang} \mu = \frac{r\,d\theta}{dr};$$

or l'angle $\mu$ est le complément de l'angle $\alpha$ dans l'état représenté par la figure.

On a donc

$$\frac{r\,d\theta}{dr} = \cot \alpha \text{ ou bien } d\theta = \cot \alpha \frac{dr}{r}$$

pour l'équation de la courbe GH, sauf à y exprimer $r$ en fonction de $\alpha$. Or de l'équation

$$r = \frac{y}{\cos \alpha} = \frac{F(\alpha)}{\cos \alpha},$$

on déduit, en prenant la dérivée logarithmique des deux membres,

$$\frac{dr}{r} = \frac{dy}{y} - \frac{d(\cos\alpha)}{\cos\alpha} = \frac{F'(\alpha)\,d\alpha}{F(\alpha)} + \operatorname{tang}\alpha\,d\alpha.$$

Multiplions de part et d'autre par cot $\alpha$, il vient

$$d\theta = \frac{F'(\alpha)}{F(\alpha)}\cot\alpha\,d\alpha + d\alpha,$$

et en indiquant la quadrature à exécuter,

$$(13) \qquad \theta = \theta_0 + \alpha + \int \frac{F'(\alpha)}{F(\alpha)}\cot\alpha\,d\alpha,$$

équation qui, jointe à l'équation

$$(14) \qquad r = \frac{F(\alpha)}{\cos\alpha},$$

représente la courbe GH en coordonnées polaires.

Les signes que nous avons adoptés sont ceux qui correspondent à l'état de la figure; dans chaque cas particulier et, par exemple, par les divers arcs de la courbe AB, il faudra une discussion pour savoir quels signes on doit attribuer aux termes des équations (13) et (14).

*Enveloppe des tangentes transportées parallèlement jusqu'à l'arc* OY.

Si l'on considère toutes les courbes représentées à la fois par l'équation

$$y = F(\alpha),$$

l'angle $\alpha$ est déterminé dès que l'ordonnée $y$ = MP (*fig.* 6) l'est elle-même; les tangentes aux divers points de la parallèle MM′ à l'axe OX sont donc parallèles. Transportons l'ordonnée PM en OM′, en entraînant dans ce transport la tangente MT, qui prendra la position M′T′. Faisons de même pour toutes les ordonnées MP, et nous aurons une série de droites M′T′, qui envelopperont une certaine courbe que l'on peut construire.

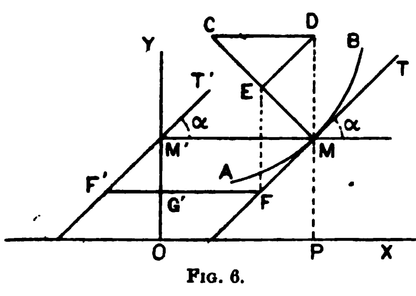


FIG. 6.

L'équation de la droite M' T' sera, en appelant $\xi$ et $\eta$ les coordonnées d'un de ses points,

$$\eta = y + \xi \tan\alpha = F(\alpha) + \xi \tan\alpha.$$

Pour avoir les coordonnées du point où la droite touche son enveloppe quand $\alpha$ varie, prenons la dérivée par rapport au paramètre variable sans faire varier $\xi$ et $\eta$ ; il viendra

$$o = F'(\alpha) + \frac{\xi}{\cos^2\alpha},$$

ce qui donne pour les coordonnées du point de contact

$$(15) \left\{ \begin{aligned} \xi &= - F'(\alpha) \cos^2\alpha, \\ \eta &= F(\alpha) - F'(\alpha) \cos\alpha \sin\alpha. \end{aligned} \right.$$

La différence $F(\alpha) - \eta = y - \eta$ est représentée par la projection M'G' sur OY du segment M'F', compris entre le point M' et le point F' où la droite touche son enveloppe ; de plus G'F' est la projection sur OX du même segment, valeur absolue de l'abscisse $\xi$ ; on a donc

$$M'G' = F'(\alpha) \cos\alpha \sin\alpha$$
$$G'F' = F'(\alpha) \cos^2\alpha.$$

Soit MC $= \rho$ le rayon de courbure de la courbe AB au point M ; on aura

$$\rho = \frac{F'(\alpha)}{\sin\alpha},$$

et par conséquent

$$M'G' = \rho \cos\alpha \sin^2\alpha,$$
$$G'F' = \rho \sin\alpha \cos^2\alpha ;$$

d'où l'on déduit

$$M'F' = \rho \sin\alpha \cos\alpha.$$

Mais l'angle que fait MC avec l'ordonnée est égal à $\alpha$, et $\rho \sin\alpha \cos\alpha$ s'obtient en projetant le centre C sur l'ordonnée en D, et le point D en E sur la normale ; il vient ED $= \rho \sin\alpha \cos\alpha$ ; et pour avoir le point F', il suffira de mener EF parallèle aux ordonnées jusqu'à la rencontre de la tangente en M, puis FF' parallèle à OX, jusqu'à la rencontre de M'F'.

*Enveloppe des normales transportées de même à l'axe* OY.

On peut opérer de même pour les normales et, si l'on appelle $\xi'$ et $\eta'$ les coordonnées d'un point pris sur la parallèle M'N' menée à

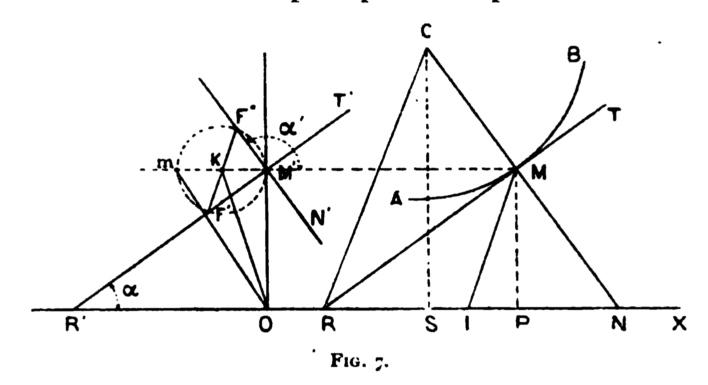



Fig. 7.

la normale MN, on aura pour l'équation de la droite M'N'

$$\eta' = F(\alpha) - \xi' \cot \alpha ;$$

car l'angle $\alpha'$ est égal à $\alpha + \frac{\pi}{2}$, et tang $\alpha' = -\cot \alpha$.

Prenant la dérivée par rapport à $\alpha$, il vient

$$0 = F'(\alpha) + \frac{\xi'}{\sin^2 \alpha};$$

de sorte qu'on a pour les coordonnées du point de contact F'',

$$(16) \quad \left\{ \begin{aligned} \xi' &= -F'(\alpha) \sin^2 \alpha = -\rho \sin^3 \alpha, \\ \eta' &= F(\alpha) + F'(\alpha) \sin \alpha \cos \alpha = y + \rho \sin^2 \alpha \cos \alpha. \end{aligned} \right.$$

Si l'on rapproche les équations (15) des équations (16), on en déduit, en ajoutant et en retranchant, $\xi + \xi' = -F'(\alpha)$, $\eta + \eta' = 2F(\alpha)$, et par suite le point K, milieu de F' F'' est sur le prolongement de MM'; puis

$$\left. \begin{aligned} \xi' - \xi &= F'(\alpha) \cos 2\alpha \\ \eta' - \eta &= F'(\alpha) \sin 2\alpha \end{aligned} \right\} \text{ et par suite } \frac{\eta' - \eta}{\xi' - \xi} = \text{tang } 2\alpha.$$

La droite F' F'', qui joint les points de contact des deux enveloppes, est parallèle par conséquent à la médiane MI, menée du sommet M de l'angle droit au milieu I de l'hypoténuse NR du triangle rectangle RMN.

De plus, M'K est égal en valeur absolue à la demi-somme

$$\frac{\xi + \xi}{2} = \frac{F'(\alpha)}{2},$$

et puisque l'angle F' M' F'' est droit, on a $2MK = F'F'' = F'(\alpha)$; de sorte que la dérivée $F'(\alpha)$ est représentée sur la figure par la distance F' F'' des deux points de contact, et l'on a de plus $F'F'' = SP$, projection du rayon de courbure MC sur l'axe OX.

Le lieu du point K, milieu de cette distance F' F'', aura pour équation le résultat de l'élimination de $\alpha$ entre les deux équations

$$(17)\quad \begin{cases} \xi_1 = \dfrac{\xi + \xi'}{2} = -\dfrac{1}{2} F'(\alpha), \\ \eta_1 = \dfrac{\eta + \eta'}{2} = F'(\alpha). \end{cases}$$

On en déduit, en divisant la première égalité par la seconde,

$$\frac{\xi_1}{\eta_1} = -\frac{1}{2}\frac{F'(\alpha)}{F(\alpha)} = -\frac{1}{2}\frac{\rho}{t}.$$

Si donc le rapport $\frac{\rho}{t}$ du rayon de courbure à la tangente est constant, le rapport $\frac{\xi_1}{\eta_1}$ l'est aussi et le lieu du point K est une droite passant par l'origine.

*Trajectoires orthogonales des courbes* $y = F(\alpha)$.

Au point M de l'une des courbes AB, la trajectoire orthogonale EF a même abcisse $x$, même ordonnée $y$, mais elle est tangente à la normale MN, et l'angle $\alpha$ se change par conséquent en $\alpha' = \alpha + \frac{\pi}{2}$. L'équation des trajectoires orthogonales est donc, dans notre système de coordonnées,

Fig. 8.

$$y' = F\left(\alpha' - \frac{\pi}{2}\right) = \Phi(\alpha'),$$

et de cette relation on tirera, par l'application de nos formules, les éléments de la courbe, tangentes, normales, rayons de courbures, etc. La courbe enveloppe des normales à AB, transportées parallèlement

à elles-mêmes, permettra de tracer la courbe EG par l'enveloppe de ses tangentes.

*Construction approximative des courbes.*

Les courbes $y = F(\alpha)$, $y' = \Phi(\alpha')$, peuvent être tracées à l'aide des rayons de courbure calculés par les formules

$$\rho = \frac{F'(\alpha)}{\sin \alpha}, \quad \rho' = \frac{\Phi'(\alpha')}{\sin \alpha'}.$$

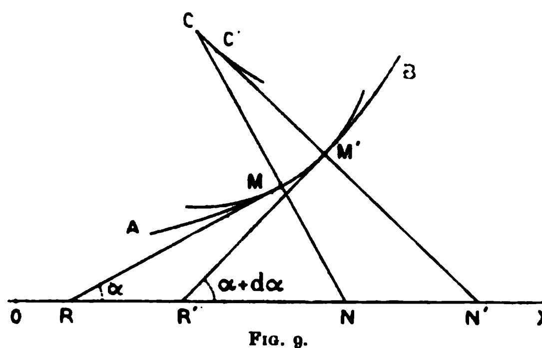



Fig. 9.

Elles font connaître les positions des centres de courbure des courbes AB, EF au point M (*fig.* 8). Si l'on trace par exemple la circonférence de rayon CM (*fig.* 9), décrite du point C comme centre, on pourra prendre sur cette circonférence un point M', très voisin de M, et regarder ce point comme appartenant à la courbe AB. La droite M'C

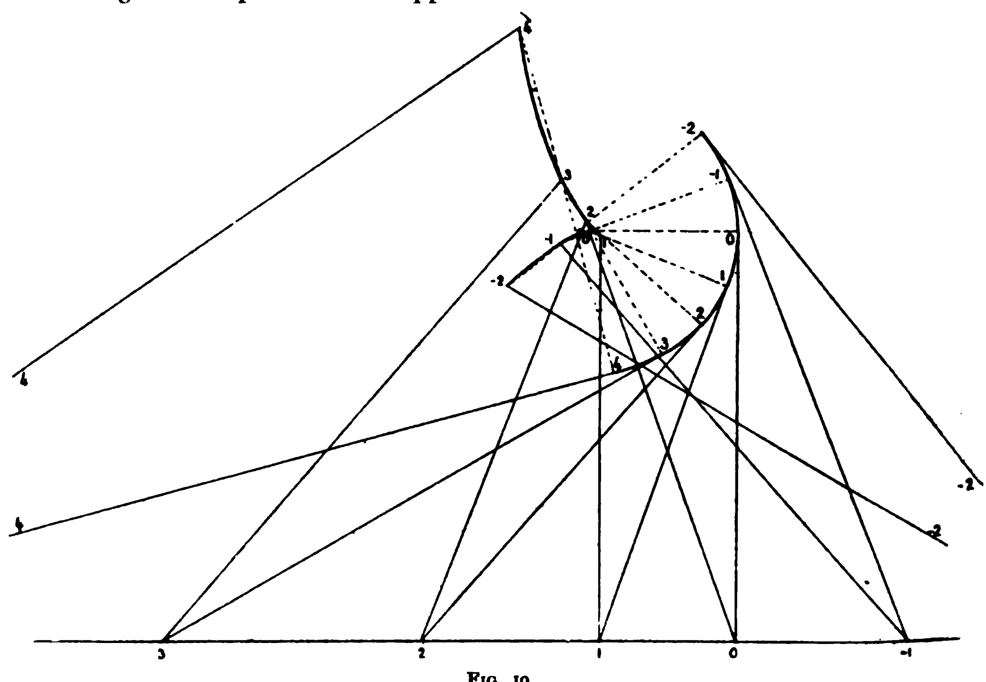


Fig. 10.

sera la normale infiniment voisine de MC, et la formule fera connaître la nouvelle valeur du rayon de courbure M′C′ au point M′. On passe donc des points M et C aux points infiniment voisins M′ et C′; de ceux-ci, on passera aux points M″, C″, et ainsi de suite, de sorte que l'on trouvera à la fois, de proche en proche, la courbe AB et sa développée, par une suite d'éléments circulaires pour AB, rectilignes pour la développée C′C′. La figure 10 montre la construction de la courbe définie par une valeur constante du rapport $\frac{\rho}{t}$.

## CHAPITRE PREMIER

### RECHERCHE DES COURBES OU LE RAYON DE COURBURE EST PROPORTIONNEL A UNE PUISSANCE DONNÉE DE LA TANGENTE.

Proposons-nous de trouver des courbes définies par une relation de la forme

$$\rho = At^m,$$

$\rho$ désignant le rayon de courbure, $t$ la longueur MR de la tangente à la courbe et A un coefficient constant. Ce problème rentre dans un problème beaucoup plus général, qui consisterait à chercher les courbes dans lesquelles on aurait

$$\rho = f(t),$$

$f$ désignant une fonction donnée ou prise arbitrairement.

Mais ce problème général présente des difficultés analytiques qui ne permettent guère de le résoudre indépendamment de la forme de la fonction $f$. Nous supposerons ici que cette fonction soit de la forme $At^m$, et nous poserons

$$(1) \qquad \rho = h\frac{t^m}{a^{m-1}},$$

en appelant $a$ une longueur et $h$ un nombre, hypothèse qui met en évidence l'homogénéité de l'équation (1).

Dans cette équation, remplaçons $\rho$ et $t$ par leurs valeurs en fonction de $y$ et de $\alpha$, données dans l'introduction; il viendra

$$\frac{dy}{\sin\alpha\, d\alpha} = h\frac{y^m}{a^{m-1}(\sin\alpha)^m},$$

équation où les variables se séparent et qui devient

$$(2) \qquad \frac{dy}{y^m} = \frac{h}{a^{m-1}}\frac{d\alpha}{(\sin\alpha)^{m-1}}.$$

L'intégration de cette équation s'opère au moyen de deux quadratures et conduit à une équation de la forme

$$y = F(\alpha).$$

Examinons successivement divers cas particuliers.

1° Faisons $m = 0$. Il viendra

$$dy = ha \sin \alpha \, d\alpha,$$

et par suite

$$dx = dy \cot \alpha = ha \cos \alpha \, d\alpha.$$

L'intégration, puis l'élimination de $\alpha$ conduisent à l'équation générale d'une circonférence,

$$(y - C)^2 + (x - C')^2 = h^2 a^2,$$

résultat évident *à priori*, puisque faire $m = 0$, cela revient à rendre constant le rayon de courbure $\rho$, qui devient égal à $ha$.

2° Donnons à $m$ des valeurs entières négatives. Il viendra pour $m = -1$,

$$y \, dy = ha^2 \sin^2 \alpha \, d\alpha$$

dont l'intégrale est $\dfrac{y^2}{2} = C + \dfrac{1}{2} ha^2 \left(\alpha - \dfrac{1}{2} \sin 2\alpha\right)$;

et pour $m = -2$,

$$y^2 \, dy = ha^3 \sin^3 \alpha \, d\alpha = ha^3 \left(\frac{3}{4} \sin \alpha \, d\alpha - \frac{1}{4} \sin^2 \alpha\right) d\alpha,$$

ce qui donne par l'intégration

$$\frac{y^3}{3} = C + ha^3 \left(\frac{1}{12} \cos 2\alpha - \frac{3}{4} \cos \alpha\right).$$

De même pour $m = -3$, et pour toute valeur de $m$ entière et négative, on aurait à intégrer dans le second membre une somme de termes renfermant en facteurs des sinus ou des cosinus de multiples de l'arc $\alpha$, dont l'intégration est immédiate.

3° Examinons enfin les valeurs entières et positives de $m$. Nous aurons

pour $m = 1$, $\dfrac{dy}{y} = h d\alpha$, $y = Ce^{h\alpha}$,

pour $m = 2$, $\dfrac{dy}{y^2} = \dfrac{h}{a} \dfrac{d\alpha}{\sin \alpha}$, $C - \dfrac{1}{y} = \dfrac{h}{a} \, l \left(\text{tang} \dfrac{\alpha}{2}\right)$,

pour $m = 3$, $\dfrac{dy}{y^3} = \dfrac{h}{a^2} \dfrac{d\alpha}{\sin^2 \alpha}$, $C - \dfrac{1}{2y^2} + \dfrac{h}{a^2} \cot \alpha = 0$.

*Étude particulière de la courbe* m = *1*.

Parmi toutes ces courbes, il y en a une qui se distingue des autres (le cercle étant écarté), par la simplicité de la relation qui rattache l'ordonnée à l'angle $\alpha$. C'est la courbe qui correspond à $m = 1$. On a alors

$$y = Ce^{h\alpha},$$

et par conséquent le rapport du rayon de courbure à la tangente, rapport égal à $\frac{F'(\alpha)}{F(\alpha)}$, devient constant et égal à $h$. On a en effet

$$F(\alpha) = Ce^{h\alpha}, \quad F'(\alpha) = Che^{h\alpha},$$

et $\frac{F'(\alpha)}{F(\alpha)} = h$; il en résulte $\rho = ht$; le *rayon de courbure est, en chaque point de la courbe, proportionnel à la tangente* MR *au même point;*

Ou, ce qui revient au même, *du pied* R *de la tangente (fig. 11), le rayon de courbure* $\rho$ = MC *est vu sous un angle constant* $\gamma$, *angle dont la tangente trigonométrique est égale à* h.

Comme dans toute courbe le rayon de courbure est vu sous un même angle, du pied R de la tangente et du pied S de l'ordonnée du centre de courbure (*fig. 12*), il en résulte que, pour cette courbe $m = 1$,

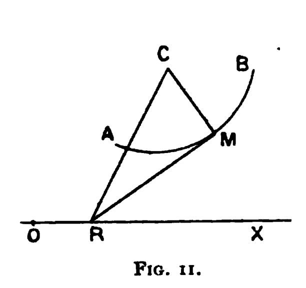


FIG. 11.

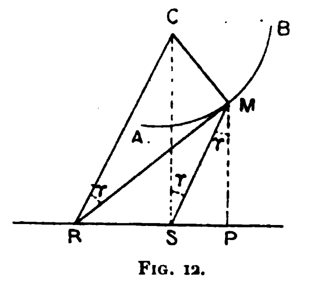


FIG. 12.

1° *Le rayon de courbure* MC *est vu sous l'angle constant* $\gamma$ *du pied* S *de l'ordonnée du centre* C;

2° *Toutes les droites* MS, *faisant l'angle constant* $\gamma$ *avec les ordonnées, sont parallèles.*

Nous nous arrêterons à l'étude particulière de la courbe $m = 1$. Commençons par chercher pour cette courbe les propriétés générales que nous avons établies pour la courbe $y = F(\alpha)$.

Le *minimum de la tangente* a lieu lorsque $\rho = t \cot \alpha$. Or $\frac{\rho}{t} = h$, et par conséquent il vient

$$\cot \alpha = h = \operatorname{tang} \gamma.$$

Donc $\alpha = \frac{\pi}{2} - \gamma$. Le minimum de la tangente a lieu lorsque la courbe a pour tangente une parallèle aux droites MS (*fig. 13*).

Le *minimum de la normale* aura lieu lorsque les angles $\alpha$ et $\gamma$ seront supplémentaires, ou lorsque la normale fera avec l'ordonnée l'angle $\gamma$ (*fig. 14*).

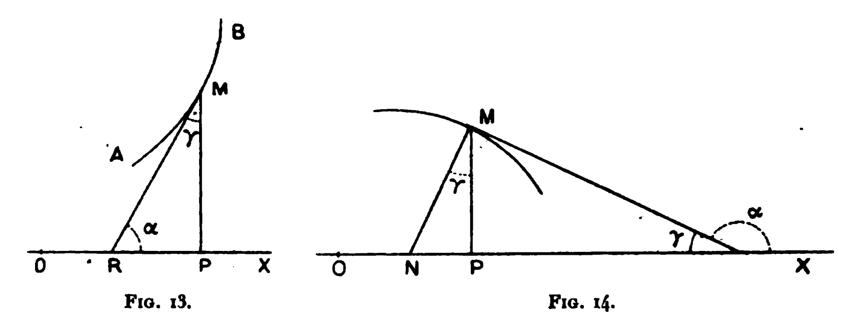



FIG. 13. FIG. 14.

Les équations polaires de la *courbe roulante*, qui engendre la courbe $m = 1$ en roulant sur l'axe OX, seront

$$r = \frac{y}{\cos \alpha} = \frac{Ce^{h\alpha}}{\cos \alpha}$$

$$\theta = \theta_0 + \alpha + \int h \cot \alpha \, d\alpha$$

$$= \theta_0 + \alpha + h\, l(\sin \alpha);$$

dans cette équation $r$ doit toujours être pris positivement; $\theta_0$ est un arc arbitraire.

On aura

| | | | |
|---|---|---|---|
| pour | $\alpha = 0,$ | $\theta = -\infty$ | $r = C$ |
| pour | $\alpha = \frac{\pi}{2}$ | $\theta = \theta_0 + \frac{\pi}{2}$ | $r = \infty$ |
| pour | $\alpha = \pi$ | $\theta = +\infty$ | $r = Ce^{\pi h}.$ |

La courbe roulante fait donc une infinité de circuits autour du pôle lorsque $\alpha$ diminue jusqu'à zéro, et se rapproche indéfiniment du cercle asymptotique de rayon $r = C$; de même, lorsque $\alpha$ s'approche de plus en plus de la limite $\pi$, la courbe roulante fait une infinité de circuits autour du pôle, en se rapprochant indéfiniment du cercle asymptotique de rayon $r = Ce^{\pi h}$.

Les rayons de ces deux cercles définissent les ordonnées de deux asymptotes $y = C$, $y = Ce^{\pi h}$, entre lesquelles la courbe tracée se trouve comprise.

Lorsque $\alpha$ traverse la valeur $\frac{\pi}{2}$, le rayon $r$ devient infini et l'arc de la courbe AB échappe à la description par la courbe roulante.

Remarquons en passant que le produit $h\,l\,(\sin\alpha)$, qui figure dans la valeur de $\theta$, est le logarithme de sin $\alpha$ dans le système dont la base est $e^{\frac{1}{h}}$ ; de sorte que, si $h$ est le logarithme vulgaire de la base $e$ des logarithmes naturels, on aura

$$h\,l\,(\sin\alpha) = \log(\sin\alpha)$$

et ce terme sera donné dans les tables usuelles de sinus. Il faut pour cela que l'on ait

$$h = 0{,}4342945\,;$$

à ce nombre considéré comme tangente, correspond l'angle

$$\gamma = 23^\circ\,28'\,30'',$$

qui est très voisin de l'inclinaison de l'écliptique sur l'équateur terrestre. Bien entendu, nous ne donnons ce rapprochement qu'à titre de curiosité.

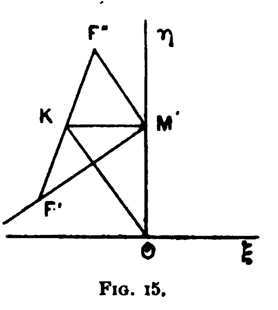


FIG. 15.

Les *courbes enveloppes des tangentes* ou *des normales* transportées parallèlement à l'axe OX, jusqu'à ce que leur point de départ M soit ramené en M' sur l'axe O$\eta$ (*fig. 15*), ont pour équations respectives :

*tangentes* M' F'
$$\xi = -\,Che^{h\alpha}\cos^2\alpha,$$
$$\eta = Ce^{h\alpha} - Che^{h\alpha}\sin\alpha\cos\alpha\,;$$

*normales* M' F"
$$\xi' = -\,Che^{h\alpha}\sin^2\alpha,$$
$$\eta' = Ce^{h\alpha} + Che^{h\alpha}\sin\alpha\cos\alpha\,;$$

ces valeurs définissent les points de contact F' et F" des droites avec leurs enveloppes.

Le milieu K de la droite F' F" a pour coordonnées

$$\xi_1 = -\frac{1}{2}\,Che^{h\alpha},$$

$$\eta_1 = Ce^{h\alpha},$$

et, lorsque l'angle $\alpha$ varie, le point K décrit la droite OK, dont l'équation est

$$h\eta_1 + 2\xi_1 = 0.$$

La courbe enveloppe des tangentes *abc* (*fig. 16*) est tangente en *b* à l'axe OY, en *a* à la droite *a*A, parallèle à l'axe OX, en *c* à la droite *c*C, parallèle au même axe.

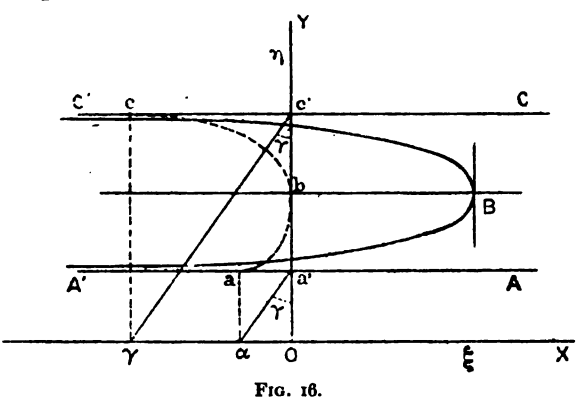



FIG. 16.

Pour obtenir les points *a* et *c*, il suffit de mener par les points *a'* et *c'* des droites *a'*$\alpha$, *c'*$\gamma$, faisant l'angle $\gamma$ avec l'axe OY, puis de ramener les points $\alpha$ et $\gamma$ sur les droites *a*A, *c*B, par des parallèles à ce même axe. On a d'ailleurs O*a'* $=$ C. O*c'* $= Ce^{\pi h}$, et O*b* $= Ce^{\frac{\pi h}{2}}$, de sorte que O*b* est moyenne proportionnelle entre O*a'* et O*c'*. La forme *cba* de la courbe auxiliaire montre immédiatement que la courbe cherchée C'BA', a un point B sur la droite *b*B, parallèle à OX, avec une tangente parallèle à OY, et qu'elle se raccorde asymptotiquement avec les droites C*c'*, A*a'*, du côté des abscisses négatives. Il serait facile de vérifier ces résultats par le calcul direct; l'emploi de la courbe auxiliaire épargne une telle discussion.

### *Trajectoires orthogonales des courbes* m $=$ *1*.

L'équation générale des trajectoires orthogonales des courbes

$$y = F(\alpha),$$

est

$$y = F\left(\alpha' - \frac{\pi}{2}\right).$$

Appliquons la règle à la recherche des trajectoires orthogonales des courbes

$$y = Ce^{h\alpha}.$$

Il vient pour l'équation cherchée

$$y = Ce^{h\left(\alpha' - \frac{\pi}{2}\right)} = Ce^{-\frac{\pi h}{2}} \times e^{h\alpha'} = C'e^{h\alpha'},$$

en remplaçant par une nouvelle constante C′ le produit $Ce^{-\frac{\pi h}{2}}$. Cette équation est de la même forme que la proposée ; les trajectoires orthogonales ont donc les mêmes propriétés que les courbes $m = 1$ ; le rayon de courbure $\rho'$ des nouvelles courbes est vu, du pied de la tangente, sous l'angle $\gamma$ dont la tangente trigonométrique est $h$, et, si l'on mène par le point M (*fig.* 17) une droite MS faisant l'angle SMP $= \gamma$ avec l'ordonnée, le segment SP, égal à $hy$, est le même pour les deux courbes ; les centres de courbure C et C′ des deux courbes sont donc situés sur la même ordonnée CS.

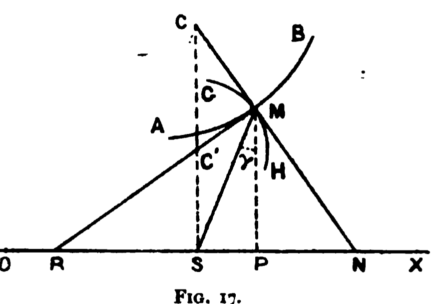


Fig. 17.

La courbe $m = 1$, AMB, a pour asymptotes les droites $y = C$, $y = Ce^{\pi h}$, et le point M où la tangente est verticale a pour ordonnée $y = Ce^{\frac{\pi h}{2}}$.

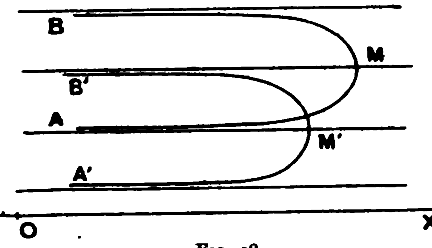


Fig. 18.

La trajectoire orthogonale A′M′B′ (*fig.* 18), a de même pour asymptote, $\alpha' = 0$,

$$y = C' = Ce^{-\frac{\pi h}{2}} \text{ et pour } \alpha' = \pi, y = C'e^{\pi h} = Ce^{+\frac{\pi h}{2}}.$$

La tangente est verticale au point $y = C'e^{\frac{\pi h}{2}} = C$ ; le point de contact est situé sur l'asymptote de la courbe primitive AMB.

Il résulte des remarques précédentes, que le centre de courbure C′ de la trajectoire orthogonale EF (*fig.* 19) qui passe au point M, est le point de concours des trois hauteurs du triangle RCN, qui a pour sommets les pieds R et N de la normale et de la tangente à la courbe AB, et le centre de courbure C de cette courbe AB ; et que de même, le centre

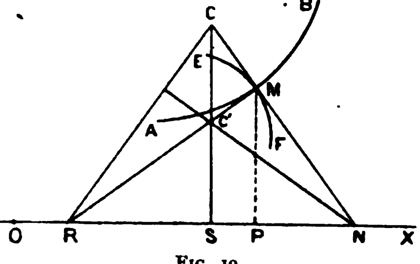


Fig. 19.

C est le point de concours des trois hauteurs du triangle RC'N, que l'on obtient en permutant les centres de courbure C et C'.

## CHAPITRE II

### ESSAI D'INTÉGRATION DE LA DIFFÉRENTIELLE DE L'ABSCISSE.

Nous sommes parvenu à l'équation

$$y = Ce^{h\alpha},$$

et nous en avons déduit

$$dx = dy \cot \alpha = Che^{h\alpha} \cot \alpha \, d\alpha,$$

ce qui conduit à intégrer la différentielle

$$e^{h\alpha} \cot \alpha \, d\alpha.$$

La même différentielle se retrouve dans la recherche de l'aire $A = \int y \, dx = \int C^2 h e^{2h\alpha} \cot \alpha \, d\alpha$; dans celle du volume

$$V = \int \pi y^2 dx = \int \pi \, C^3 h e^{3h\alpha} \cot \alpha \, d\alpha,$$

engendré par la rotation de la courbe autour de l'axe OX, toutes expressions de la forme

$$\int e^{h\alpha} \cot \alpha \, d\alpha.$$

Or cette quadrature présente des difficultés analytiques; les développements en série qu'on pourrait employer représentent séparément certains arcs de la courbe, mais changent de forme d'un arc à l'autre. Il y a cependant un cas fictif dans lequel l'intégration se fait en termes finis. C'est celui où l'on suppose $h$ égal à l'imaginaire $\sqrt{-1}$.

On a alors

$$e^{h\alpha} = e^{\alpha\sqrt{-1}} = \cos \alpha + \sqrt{-1} \sin \alpha,$$

et par conséquent

$$e^{h\alpha} \cot \alpha = \frac{1}{\sin \alpha} - \sin \alpha + \sqrt{-1} \cos \alpha.$$

L'intégrale devient

$$\int e^{h\alpha} \cot \alpha \, d\alpha = e^{\alpha\sqrt{-1}} + l\left(\tang \frac{\alpha}{2}\right).$$

En dehors de ce cas fictif, nous n'avons rien trouvé qui pût ramener la fonction à une forme intégrable. Nous chercherons ici un développement en série qui soit applicable, sauf des modifications faciles à exécuter, à l'ensemble de la courbe.

Commençons par fixer les limites entre lesquelles il convient de prendre les quadratures.

Les équations qui donnent l'ordonnée et l'abscisse d'un point de la courbe,

$$\begin{cases} y = Ce^{h\alpha}, \\ x = C' + Ch \int e^{h\alpha} \cot \alpha \, d\alpha, \end{cases}$$

peuvent être appliquées à toutes les valeurs réelles de l'arc $\alpha$. Si nous faisons croître par exemple $\alpha$ en progression arithmétique, en lui attribuant les valeurs

$$0, \quad \pi, \quad 2\pi, \quad 3\pi, \quad 4\pi, \quad \ldots..$$

les valeurs de $y$ seront les termes de la progression géométrique

$$C, \quad Ce^{h\pi}, \quad Ce^{2h\pi}, \quad Ce^{3h\pi}, \quad Ce^{4h\pi}, \quad \ldots..;$$

les valeurs négatives de $\alpha$

$$-\pi, \quad -2\pi, \quad -3\pi, \quad \ldots.$$

donnent à $y$ les valeurs positives

$$Ce^{-h\pi}, \; Ce^{-2h\pi}, \; Ce^{-3h\pi} \; \ldots..$$

dont la série prolonge la progression géométrique dans le sens rétrograde. La courbe a en réalité une infinité de branches, dont chacune est comprise entre les parallèles consécutives

$$y = Ce^{k\pi h} \quad \text{et } y = Ce^{(k+1)\pi h},$$

qui sont les asymptotes de la courbe, parallèles à l'axe OX.

Pour étudier la forme de la courbe, il suffit de considérer l'une de ces branches en particulier, celle, par exemple, qui est comprise entre les parallèles

$$y = C \quad \text{et } y = Ce^{\pi h},$$

en attribuant au facteur $k$ la valeur zéro.

Pour achever de construire la courbe, il faudrait exprimer $x$ en fonction de l'arc $\alpha$, ou intégrer l'équation qui donne $dx$. Il vient

$$x - C' = Ch \int e^{h\alpha} \cot \alpha \, d\alpha$$

équation qui contient une nouvelle constante arbitraire, C', laquelle

fixe la position de la courbe le long de OX, sans influer sur sa forme.

La constante C est au contraire un paramètre de la courbe qui influe directement sur sa forme et sa grandeur. En faisant varier C sans changer la valeur de $h$, les diverses courbes obtenues sont toutes semblables les unes aux autres.

On reconnaît en même temps que, pour passer sur une même courbe, de la branche comprise entre les parallèles

$$y = Ce^{k\pi h} \text{ et } y = Ce^{(k+1)\pi h},$$

à la branche située entre les parallèles suivantes

$$y = Ce^{(k+1)\pi h} \text{ et } y = Ce^{(k+2)\pi h},$$

il suffit d'altérer la constante C dans un certain rapport. Reprenons en effet les deux équations

$$y = Ce^{h\alpha},$$
$$x - C' = Ch\int e^{h\alpha} \cot \alpha \, d\alpha;$$

si nous augmentons l'arc $\alpha$ de la demi-circonférence $\pi$, ce qui n'altère pas la cotangente, cela équivaut à conserver à $\alpha$ sa valeur, sauf à poser

$$y = Ce^{\pi h} \times e^{h\alpha}$$
$$x - C' = Che^{\pi h}\int e^{h\alpha} \cot \alpha \, d\alpha,$$

c'est-à-dire à remplacer la constante C par le produit $Ce^{\pi h}$.

Les diverses branches de la courbe sont donc toutes semblables entre elles; le rapport de similitude change lorsqu'on passe de l'une des branches aux autres.

L'étude de la forme de la courbe peut par conséquent s'effectuer en considérant seulement l'une de ses branches, celle par exemple qui est comprise entre les parallèles $y = C$ et $y = Ce^{\pi h}$, en faisant varier $\alpha$ entre les limites o et $\pi$.

La constante C', qui figure dans la valeur de $x$, reste constante pour une branche en particulier, mais on peut en changer la valeur quand on passe d'une branche à la suivante, puisque la continuité de la courbe est rompue par le passage de l'asymptote intermédiaire. On peut amener, par exemple, toutes les tangentes perpendiculaires à OX, qui correspondent aux valeurs $\frac{\pi}{2}$, $\frac{3\pi}{2}$, $\frac{5\pi}{2}$, $\frac{7\pi}{2}$... de l'arc $\alpha$,

à occuper un seul et même alignement, répondant à une même valeur de l'abscisse.

Nous pouvons encore limiter l'étude de la branche unique à l'arc compris entre les limites $\alpha = 0$ et $\alpha = \frac{\pi}{2}$. Si $\alpha$ est en effet compris entre $\frac{\pi}{2}$ et $\pi$, on posera $\alpha = \pi - \alpha'$, et $\alpha'$ sera ramené entre o et $\frac{\pi}{2}$. On aura

$$e^{h\alpha} = e^{\pi h} \times e^{-h\alpha'},$$

avec

$$\cot \alpha = -\cot \alpha',$$

et

$$d\alpha = -d\alpha',$$

ce qui entraîne la relation $e^{h\alpha} \cot \alpha \, d\alpha = e^{\pi h} \times e^{-h\alpha'} \cot \alpha' \, d\alpha'$.

On est, en définitive, ramené à intégrer la différentielle

$$e^{-h\alpha'} \cot \alpha' \, d\alpha',$$

avec $\alpha'$ variable de o à $\frac{\pi}{2}$, sauf à changer le signe de $h$.

Le problème se trouve réduit à chercher $\int e^{h\alpha} \cot \alpha \, d\alpha$, avec $\alpha$ variable de o à $\frac{\pi}{2}$, $h$ pouvant être positif ou négatif.

*Lemme préliminaire*

Soit $\alpha$ un arc de cercle, positif et moindre que $\frac{\pi}{2}$; cet arc est compris entre son sinus et sa tangente trigonométrique et, si l'on appelle $m$ et $n$ deux nombres positifs, variables et convenablement choisis, on pourra poser l'égalité

$$\alpha = \frac{m \sin \alpha + n \operatorname{tang} \alpha}{m + n}.$$

On en déduit

$$\frac{m}{n} = \frac{\operatorname{tang} \alpha - \alpha}{\alpha - \sin \alpha},$$

puis

$$\frac{m}{m+n} = \frac{\operatorname{tang} \alpha - \alpha}{\operatorname{tang} \alpha - \sin \alpha} \quad \text{et} \quad \frac{n}{m+n} = \frac{\alpha - \sin \alpha}{\operatorname{tang} \alpha - \sin \alpha}.$$

On peut en effet vérifier l'identité

$$\alpha = \frac{(\operatorname{tang} \alpha - \alpha) \sin \alpha + (\alpha - \sin \alpha) \operatorname{tang} \alpha}{\operatorname{tang} \alpha - \sin \alpha}.$$

La somme des coefficients de sin $\alpha$ et de tang $\alpha$, dans la formule primitive, est égale à l'unité.

On reconnaît aisément que le coefficient de tang $\alpha \frac{n}{m+n}$, varie d'une manière continue de $\frac{1}{3}$ à zéro lorsque l'arc $\alpha$ varie de 0 à $\frac{\pi}{2}$; $\frac{m}{m+n}$, coefficient de sin $\alpha$, varie dans les mêmes conditions de $\frac{2}{3}$ à l'unité. Le tableau suivant fait connaître, du reste, les valeurs successives de ce coefficient en fonction de l'arc $\alpha$.

| Arc $\alpha$ en degrés | Arc $\alpha$ en parties du rayon | $\frac{m}{m+n} = \frac{\text{tang}\,\alpha - \alpha}{\text{tang}\,\alpha - \sin\alpha}$ | $\frac{n}{m+n} = \frac{\alpha - \sin\alpha}{\text{tang}\,\alpha - \sin\alpha}$ |
|---|---|---|---|
| 0° | 0,000000 | 0,666667 | 0,333333 |
| 10° | 0,174533 | 0,671642 | 0,328358 |
| 20° | 0,349066 | 0,679563 | 0,320437 |
| 30° | 0,523599 | 0,694893 | 0,305107 |
| 40° | 0,698132 | 0,718099 | 0,281901 |
| 50° | 0,872665 | 0,749549 | 0,250451 |
| 60° | 1,047198 | 0,790813 | 0,209187 |
| 70° | 1,221730 | 0,844073 | 0,155927 |
| 80° | 1,396263 | 0,912204 | 0,087796 |
| 90° | 1,570796 | 1,000000 | 0,000000 |

Si l'on construit la courbe représentative des valeurs de $y = \frac{n}{m+n}$ en fonction de $\alpha$, on obtient une ligne AMB (*fig. 20*), continue, entre les limites assignées à l'abscisse. Les différences d'ordonnées entre la courbe et la parallèle $y = 1$ menée à l'axe OB, feront connaître les valeurs complémentaires du coefficient $\frac{m}{m+n}$.

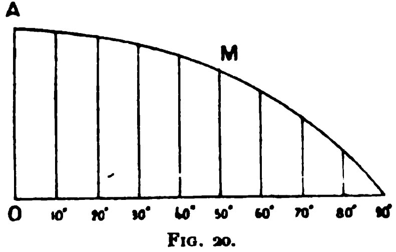


FIG. 20.

On pourra donc représenter, avec autant d'approximation qu'on le voudra, les valeurs des coefficients variables par un développement parabolique de la forme

$$y = \frac{n}{m+n} = \mathrm{A} + \mathrm{B}\alpha + \mathrm{C}\alpha^2 + \ldots\ldots + \mathrm{G}\alpha^p,$$

ordonné suivant les puissances successives de $\alpha$, et formé d'un nombre limité de termes, réglé par le nombre de points qu'on aura pris pour déterminer cette fonction $\frac{n}{m+n}$. Si l'on prend $p+1$ points sur la courbe, le développement sera du degré $p$.

On aura de même pour l'autre coefficient

$$y' = 1 - \frac{n}{m+n} = \frac{m}{n+n} = (1 - A) - B\alpha - C\alpha^2 \ldots\ldots - G\alpha^p$$

ce qu'on écrira, pour donner plus de symétrie aux notations,

$$y' = A' + B'\alpha + c'\alpha^2 + \ldots\ldots + G'\alpha^p.$$

Appliquons, par exemple, la méthode déduite de la formule des différences

$$y = y_0 + \frac{\alpha}{h}\Delta_1 y_0 + \frac{1}{1.2}\frac{\alpha}{h}\left(\frac{\alpha}{h} - 1\right)\Delta_2 y_0$$
$$+ \frac{1}{1.2.3}\frac{\alpha}{h}\left(\frac{\alpha}{h} - 1\right)\left(\frac{\alpha}{h} - 2\right)\Delta_3 y_0 + \ldots\ldots;$$

en nous bornant aux premiers termes, nous prendrons $h = 30°$, et nous donnerons à $\alpha$ les valeurs 0°, 30°, 60°, 90°. Il viendra pour les différences

| $\alpha$ | $y$ | $\Delta_1 y$ | $\Delta_2 y$ | $\Delta_3 y$ |
|---|---|---|---|---|
| 0° | 0,333333 | | | |
| | | — 0,028226 | | |
| 30° | 0,305107 | | — 0,067694 | |
| | | — 0,095920 | | — 0,045573 |
| 60° | 0,209187 | | — 0,113267 | |
| | | — 0,209187 | | |
| 90° | 0,000000 | | | |

et nous aurons la formule approximative

$$y = \frac{n}{m+n} = 0{,}333333 - \frac{\alpha}{h} \times 0{,}028226$$
$$- \frac{1}{2}\frac{\alpha}{h}\left(\frac{\alpha}{h} - 1\right) \times 0{,}067694$$
$$- \frac{1}{6}\frac{\alpha}{h}\left(\frac{\alpha}{h} - 1\right)\left(\frac{\alpha}{h} - 2\right) \times 0{,}045573,$$

qu'il reste à ordonner suivant les puissances ascendantes de $\frac{\alpha}{h}$.

L'emploi de 4 points de la courbe, équidistants en projection sur l'axe des abscisses, nous conduit à une courbe parabolique du troisième ordre :

$$y = 0{,}333333 - 0{,}009570\,\frac{\alpha}{h} - 0{,}011060\,\frac{\alpha^2}{h^2} - 0{,}007595\,\frac{\alpha^3}{h^3}.$$

*Application*

Venons enfin à l'intégration de la fonction $e^{h\alpha}\cot\alpha\,d\alpha$, $\alpha$ variant entre les limites o et $\frac{\pi}{2}$.

Quel que soit l'arc $\alpha$, on a l'égalité

$$e^{h\alpha} = 1 + \frac{h\alpha}{1} + \frac{h^2\alpha^2}{1.2} + \frac{h^3\alpha^3}{1.2.3} + \ldots\ldots,$$

série toujours convergènte, et qu'on peut supposer indéfiniment prolongée. Substituons cette série au facteur $e^{h\alpha}$ dans la différentielle, et écrivons

$$e^{h\alpha}\cot\alpha\,d\alpha = \cot\alpha\,d\alpha + \frac{h\alpha}{1}\cot\alpha\,d\alpha + \frac{h^2\alpha^2}{1.2}\cot\alpha\,d\alpha + \ldots\ldots$$

$$= \cot\alpha\,d\alpha + \frac{h}{1}(\alpha\cot\alpha)\,d\alpha + \frac{h^2\alpha}{1.2}(\alpha\cot\alpha)\,d\alpha + \frac{h^3\alpha^2}{1.2.3}(\alpha\cot\alpha)\,d\alpha + \ldots,$$

en réunissant à cot $\alpha$ l'un des facteurs $\alpha$ dans chaque terme à partir du second.

Le premier terme $\cot\alpha\,d\alpha$ a pour intégrale $l\,(\sin\alpha)$.

Pour les termes suivants ils sont tous de la forme

$$\frac{h^n\alpha^{n-1}}{1.2.3\ldots n}(\alpha\cot\alpha)\,d\alpha,$$

et l'on pourra remplacer dans la parenthèse le facteur $\alpha$ par sa valeur $\frac{m}{m+n}\sin\alpha + \frac{n}{m+n}\tang\alpha$, en substituant aux coefficients de sin $\alpha$ et de tang $\alpha$ les développements paraboliques qu'on vient d'établir. Il en résulte l'égalité

$$\frac{h^n\alpha^n}{1\ldots\ldots n}\cot\alpha\,d\alpha = \frac{h^n\alpha^{n-1}}{1\ldots\ldots n}\Big[(A'+B'\alpha+C'\alpha^2+\ldots\ldots+G'\alpha^p)\sin\alpha\cot\alpha\,d\alpha$$

$$+ (A+B\alpha+C\alpha^2+\ldots\ldots+G\alpha^p)\operatorname{tang}\alpha\cot\alpha\,d\alpha\Big]$$

$$= \frac{h^n\alpha^{n-1}}{1\ldots\ldots n}\Big[(A'+B'\alpha+\ldots.+G'\alpha^p)\cos\alpha\,d\alpha + (A+B\alpha+\ldots.+G\alpha^p)d\alpha\Big].$$

c'est-à-dire une somme de termes, dont les uns sont de la forme

$$M \alpha^g \cos \alpha \, d\alpha,$$

et les autres de la forme

$$N \alpha^g d\alpha,$$

N et N étant des coefficients connus et $g$ un exposant entier, positif et déterminé. Ces termes sont tous intégrables. On a

$$\int \alpha^g \, d\alpha = \frac{\alpha^{g+1}}{g+1}.$$

Quant au terme $\alpha^g \cos \alpha \, d\alpha$, on peut, pour l'intégrer, appliquer la règle suivante :

« Écrivons, dans une colonne verticale, $\alpha^g$ et ses dérivées succes-
« sives jusqu'à la valeur constante qui termine la série; en regard
« écrivons $\sin \alpha$ et les dérivées successives de $\sin \alpha$, qui reproduiront
« périodiquement les termes $\sin \alpha$, $\cos \alpha$, $-\sin \alpha$, $-\cos \alpha$, série
« qu'on prolongera autant qu'il est nécessaire; puis faisons le pro-
« duit des dérivées de même ordre placées en regard l'une de
« l'autre dans les deux colonnes. La somme algébrique de ces pro-
« duits donnera l'intégrale demandée.»

On aura

| | | |
|---|---|---|
| $\alpha^g$ | $\sin \alpha$ | et par suite |
| $g\alpha^{g-1}$ | $\cos \alpha$ | $\int \alpha^g \cos \alpha \, d\alpha = \alpha^g \sin \alpha$ |
| $g(g-1)\alpha^{g-2}$ | $-\sin \alpha$ | $+ g\alpha^{g-1} \cos \alpha$ |
| ..... | ..... | $- g(g-1)\alpha^{g-2} \sin \alpha$ |
| | | ......... |

Il est aisé de vérifier la règle en prenant la dérivée de la fonction qu'elle conduit à former. Elle est applicable de même à la recherche de l'intégrale $\int \alpha^g \sin \alpha \, d\alpha$, sauf à partir de $-\alpha^g \cos \alpha$; ce qui revient du reste à changer $\cos \alpha$ en $\sin \alpha$, et $\sin \alpha$ en $-\cos \alpha$, dans l'intégrale générale de $\int \alpha^g \cos \alpha \, d\alpha$.

Prenons quelques exemples simples :

$$\int \alpha \cos \alpha \, d\alpha = \alpha \sin \alpha + \cos \alpha,$$

$$\int \alpha^2 \cos \alpha \, d\alpha = \alpha^2 \sin \alpha + 2\,\alpha \cos \alpha - 2 \sin \alpha,$$

$$\int \alpha^3 \cos \alpha \, d\alpha = \alpha^3 \sin \alpha + 3\,\alpha^2 \cos \alpha - 6\,\alpha \sin \alpha - 6 \cos \alpha,$$

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $\alpha$ | $\sin \alpha$ | $\alpha^2$ | $\sin \alpha$ | $\alpha^3$ | $\sin \alpha$ |
| 1 | $\cos \alpha$ | $2\,\alpha$ | $\cos \alpha$ | $3\,\alpha^2$ | $\cos \alpha$ |
| | | 2 | $-\sin \alpha$ | $6\alpha$ | $-\sin \alpha$ |
| | | | | 6 | $-\cos \alpha$ |

Chaque terme de l'intégrale indiquée conduit à un semblable développement, et la réunion de tous les termes ainsi formés finit par constituer le développement en série de l'intégrale générale cherchée.

La méthode indiquée s'étend, comme nous l'avons vu, à toute la courbe. Elle n'a qu'un inconvénient qui la rend peu pratique, sa longueur.

L'intérêt du problème en lui-même, et la facilité de construire graphiquement la courbe, écartent l'emploi d'un procédé analytique aussi laborieux.

*Courbes entre lesquelles la courbe cherchée se trouve comprise.*

Occupons-nous en particulier du tronçon compris entre les limites $\alpha = 0$ et $\alpha = \frac{\pi}{2}$; on a dans cet intervalle

$$\sin \alpha < \alpha < \text{tang}\, \alpha,$$

et par conséquent

$$\alpha \cot \alpha < \text{tang}\, \alpha \cot \alpha, \text{ c'est-à-dire } < 1,$$
$$\alpha \cot \alpha > \sin \alpha \cot \alpha \text{ ou } > \cos \alpha.$$

Le produit $\alpha \cot \alpha$ est donc toujours compris entre $\cos \alpha$ et l'unité. On a d'ailleurs, abstraction faite de la constante C',

$$x = Ch \int e^{h\alpha} \cot \alpha\, d\alpha = Ch \left[ \int \cot \alpha\, d\alpha + \int \frac{e^{h\alpha} - 1}{\alpha} (\alpha \cot \alpha)\, d\alpha \right].$$

Le premier terme entre crochets donne

$$\int \cot \alpha\, d\alpha = l\,(\sin \alpha).$$

Le second est compris entre les deux limites

$$\int \frac{e^{h\alpha} - 1}{\alpha}\, d\alpha \quad \text{et} \quad \int \frac{e^{h\alpha} - 1}{\alpha} \cos \alpha\, d\alpha$$

on aura donc

$$x < Ch \left( l\,(\sin \alpha) + \int \frac{e^{h\alpha} - 1}{\alpha}\, d\alpha \right)$$

$$x > Ch \left( l \sin \alpha + \int \frac{e^{h\alpha} - 1}{\alpha} \cos \alpha\, d\alpha \right)$$

L'intégrale $\int \frac{e^{h\alpha} - 1}{\alpha}\, d\alpha$ se ramène à la transcendante connue sous le nom de *logarithme intégral*, en posant $e^{h\alpha} = u$.

Les deux intégrales indiquées sont d'ailleurs développables en série et l'on a en définitive

$$x < Ch\left[l(hi\,\alpha) + \frac{h\alpha}{1} + \frac{h^2\alpha^2}{1.2.2} + \frac{h^3\alpha^3}{1.2.3.3} + \frac{h^4\alpha^4}{1.2.3.4.4} + \ldots\right),$$

$$x > Ch\left[l(hi\,\alpha) + \frac{h}{1}\int\cos\alpha\,d\alpha + \frac{h^2}{1.2}\int\alpha\cos\alpha\,d\alpha + \frac{h^3}{1.2.3}\int\alpha^2\cos\alpha\,d\alpha + \ldots\right)$$

Tous les termes de la seconde série sont calculables, et l'on obtient ainsi deux séries convergentes, qui renferment entre elles la valeur exacte de l'abscisse $x$. A ces valeurs-limites de $x$ correspond une même valeur de $y$ fournie par l'équation

$$y = Ce^{h\alpha}.$$

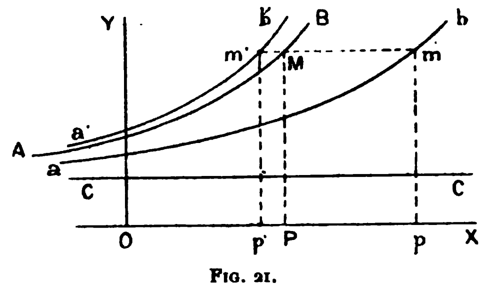


FIG. 21.

Si l'on trace dans le plan des axes les deux courbes-limites (*fig. 21*), savoir la courbe *ab*,

$$y = Ce^{h\alpha},$$

$$x_1 = C' + Ch\int\frac{e^{h\alpha} - 1}{\alpha}\,d\alpha,$$

puis la courbe *a'b'*,

$$y = Ce^{h\alpha},$$

$$x_2 = C' + Ch\int\left(\frac{e^{h\alpha} - 1}{\alpha}\right)\cos\alpha\,d\alpha,$$

la courbe cherchée AB sera comprise dans la bande intermédiaire et serrera de plus en plus près la seconde courbe *a'b'*, qui correspond à une limite inférieure des abscisses ; on aura

$$OP = x,\ Op' = x_2,\ Op = x_1,\ p'm' = PM = pm = y.$$

## CHAPITRE III

### COURBE $m = 1$ CONSIDÉRÉE AU POINT DE VUE CINÉMATIQUE ET MÉCANIQUE

#### *Déplacement du triangle* RMC.

Le triangle RMC (*fig. 22*), rectangle en M, conserve sa similitude, puisque l'angle en R, égal à $\gamma$, est constant. Le déplacement élémentaire du triangle se décompose par conséquent en trois mouvements :

1° Une translation parallèle à OX;

2° Une rotation autour du point R;

3° Une amplification proportionnelle des dimensions linéaires du triangle, qui l'amène à sa nouvelle grandeur.

1° La translation parallèle à OX est mesurée par la différentielle

$d\left(x - y\frac{dx}{dy}\right)$ de l'abscisse du point R, c'est-à-dire

$$dx - d\,(y \cot \alpha) = dx - dy \cot \alpha + y\frac{d\alpha}{\sin^2 \alpha} = y\frac{d\alpha}{\sin^2 \alpha};$$

car
$$dx = dy \cot \alpha.$$

2° La rotation autour du point R est donnée par la différentielle $d\alpha$ de l'angle $\alpha$.

Ces deux mouvements élémentaires se composent en un seul, autour du centre instantané de l'angle CRM, considéré comme constituant une figure invariable. Le point R de cette figure décrivant la droite OX, le centre instantané est situé sur la normale RG à l'axe des abscisses.

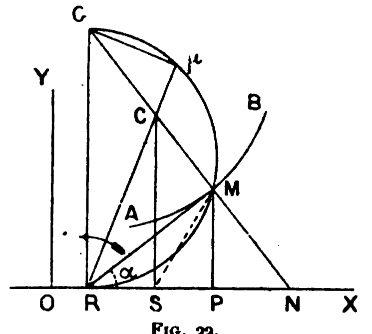


Fig. 22.

La droite RM enveloppe la courbe AB; le centre instantané est donc sur la normale MC à la courbe, et il est situé en G, à l'intersection des deux normales MC, RG. L'angle RGM étant égal à $\alpha$, on a RG $\sin \alpha$ = RM, et RM $\sin \alpha$ = MP $= y$; donc RG $= \frac{y}{\sin^2 \alpha}$, d'accord avec le résultat obtenu plus haut. La translation $y\frac{d\alpha}{\sin^2 \alpha}$ s'opérant dans le sens RX et la rotation autour du point R, dans le sens de la flèche indiquée sur la figure, le point G reste immobile à la distance $\frac{y}{\sin^2 \alpha}$ comptée sur la normale RG à la trajectoire du point R.

3° L'accroissement proportionnel de l'une RC $= \rho$ des dimensions linéaires du triangle mobile est exprimé par le rapport

$$\frac{d\rho}{\rho} = (h - \cot \alpha)\, d\alpha = \frac{\mathrm{SP}}{y} - \frac{\mathrm{RP}}{y}\, d\alpha = -\frac{\mathrm{RS}}{\mathrm{MP}}\, d\alpha.$$

Si l'on projette le point G en $\mu$ sur la droite RC, on aura le point $\mu$ où cette droite touche la courbe qu'elle enveloppe dans son dépla-

cement. Les angles $\mu$ et M étant droits, les quatre points G, $\mu$, M, R sont sur une même circonférence, laquelle est tangente à l'axe OX, puisque son centre est situé sur la normale RG à cet axe. On a d'ailleurs, d'après la figure, l'égalité $\overline{RP}^2 = NM \times NG$, ce qui vérifie le résultat obtenu.

En définitive, les trois sommets R, M, C du triangle mobile parcourent simultanément :

Le sommet R, l'axe des abscisses OX;

Le sommet M, la courbe AB, enveloppe du côté RM;

Le sommet C, la développée de cette courbe, enveloppe du côté MC;

Enfin la droite RC enveloppe une certaine courbe qu'elle touche au point $\mu$.

Si l'on appelle $\xi$ et $\eta$ les coordonnées du point $\mu$, $x$ et $y$ étant toujours les coordonnées de point M de la courbe, et $p$ la dérivée $\frac{dy}{dx}$, égale à tang $\alpha$, on aura

$$(1) \qquad \eta = y \frac{(p+h)^2}{p^2(1+h^2)},$$

$$(2) \qquad \xi - x = hy \times \frac{1-2ph-p^2}{p^2(1+h^2)};$$

équations que l'on pourra réduire à ne contenir que le paramètre $\alpha$. Le point $\mu$ est sur la droite.

$$(3) \qquad \xi + h\eta = x + \frac{hy}{p^2},$$

qu'il est facile de construire sur la figure.

L'élimination de $\alpha$ entre les deux équations (1) et (2) donnera l'équation de l'enveloppe.

### *Courbe* m = 1 *considérée comme trajectoire d'un point libre*

Supposons qu'un point mobile M (*fig 23*), de masse égale à l'unité, ait à chaque instant une vitesse $v$ représentée par la longueur MR de la tangente à la trajectoire, et définissons le mouvement du point par la condition que la vitesse angulaire de la tangente MR, c'est-à-dire le rapport $\frac{d\alpha}{dt}$, soit constante et égale

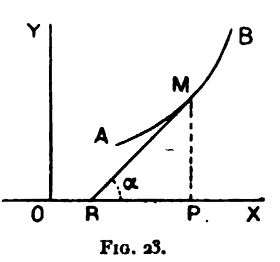


FIG. 23.

à $\omega$. Les équations du mouvement projeté sur les axes OX, OY seront

$$\frac{dx}{dt} = k \times \text{RP} = ky \cot \alpha,$$

$$\frac{dy}{dt} = k \times \text{PM} = ky,$$

$k$ désignant le coefficient constant de proportionnalité de la vitesse $v$ à la longueur RM. Il faut joindre à ces équations la condition

$$\frac{d\alpha}{dt} = \omega.$$

Nous pouvons poser $k = h\omega$, en désignant par $h$ le rapport constant du coefficient $k$ à la vitesse angulaire $\omega$. Les équations du mouvement deviennent alors

$$dx = hy \cot \alpha \times \omega \, dt = hy \cot \alpha \, d\alpha,$$
$$dy = hy \, d\alpha,$$

c'est-à-dire les équations mêmes de la courbe $m = 1$.

On aura pour les composantes de la vitesse $v$

$$\frac{dx}{dt} = h\omega y \cot \alpha,$$

$$\frac{dy}{dt} = h\omega y,$$

d'où résulte, en élevant au carré et ajoutant, puis prenant la racine carrée de la somme,

$$v = \sqrt{\frac{dx^2}{dt^2} + \frac{dy^2}{dt^2}} = \sqrt{h^2 \omega^2 y^2 (1 + \cot^2 \alpha)} = \frac{h\omega y}{\sin \alpha} = \rho\omega,$$

puisque le rayon de courbure $\rho$ est égal à $\frac{hy}{\sin \alpha}$. Ce résultat était facile à prévoir. Dans un intervalle de temps infiniment petit $dt$, le mobile se déplace avec une vitesse angulaire $\omega$ autour du centre C du cercle osculateur, et décrit l'arc $\rho\omega \, dt$; sa vitesse est donc $\rho\omega$.

Cherchons les accélérations.

On a d'abord

$$\frac{dy}{dt} = h\omega y,$$

$$\frac{d^2y}{dt^2} = h\omega \frac{dy}{dt} = h^2 \omega^2 y.$$

La différentiation de $\frac{dx}{dt}$ donne

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{dx}{dt}\right) = \frac{d}{dt}(h\omega y \cot \alpha) = h^2\omega^2 y \cot \alpha - h\omega^2 \frac{y}{\sin^2 \alpha},$$

de sorte que l'accélération parallèle à OX est la somme de deux termes. Le premier, $h^2\omega^2 y \cot \alpha$, peut être facilement composé avec l'accélération $\frac{d^2y}{dt^2} = h^2\omega^2 y$; la résultante sera dirigée suivant la tangente RM, et elle aura pour valeur $h^2\omega^2 \times$ RM. Reste à y adjoindre la seconde composante $-h\omega^2 \frac{y}{\sin^2 \alpha}$, dirigée suivant MF (*fig.* 24), parallèle à l'axe OX. Nous pouvons décomposer cette accélération MF en deux accélérations dirigées, l'une suivant MR, l'autre suivant la normale MC, ce qui donnera

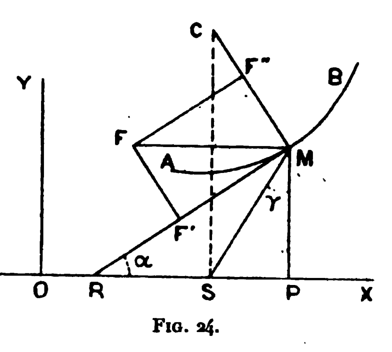


Fig. 24.

$$MF' = MF \cos \alpha = -\frac{h\omega^2 y \cos \alpha}{\sin^2 \alpha} = -h\omega^2 \text{ RM} \cot \alpha,$$

$$MF'' = MF \sin \alpha = \frac{h\omega^2 y}{\sin \alpha} = \rho\omega^2.$$

Cette dernière composante MF'' est la composante normale de l'accélération totale; elle est égale à $\frac{v^2}{\rho}$ et l'on a $\frac{v^2}{\rho} = \rho\omega^2$, ce qu'on pouvait déduire de l'expression $v = \rho\omega$ de la vitesse.

La somme algébrique des deux accélérations

$$h^2\omega^2 \times \text{RM} \qquad \text{et} \qquad -h\omega^2 \text{ RM} \cot \alpha$$

donne pour la composante tangentielle $\frac{dv}{dt}$ de l'accélération

$$\frac{dv}{dt} = \omega^2 \times \text{RM}. (\cot \alpha - h)\, h = \rho\omega^2 (\cot \alpha - h)$$

car $h \times$ RM est égal au rayon de courbure $\rho$.

On trouve la direction de l'accélération totale en employant seulement des composantes qui sont données par les formules les plus simples.

Suivant l'axe OY on a $\quad \frac{d^2y}{dt^2} = h^2\omega^2 y,$

et suivant la normale OC, $\quad \frac{dt^2}{\rho} = \rho\omega^2.$

Si on laisse de côté le facteur $\omega^2$, on aura l'accélération MM' $= h^2 y$ suivant l'ordonnée PM prolongée, et l'accélération MC $= \rho$ suivant

la normale à la courbe. Menons MS (*fig.* 25), en formant l'angle MSP égal à $\gamma$; on aura SP $= hy$. Abaissant PS' perpendiculaire à SM, jusqu'à la rencontre de l'ordonnée CS du centre de courbure, on aura SS' $=$ SP $\times$ tang $\gamma = h^2 y$. Il suffit donc de mener S'M' parallèle à SM pour obtenir le point M'. Élevant M'H perpendiculaire à MP, et CH perpendiculaire à MC, on aura au point H de ces deux longueurs un point qui appartiendra à la direction MJ de l'accélération totale cherchée.

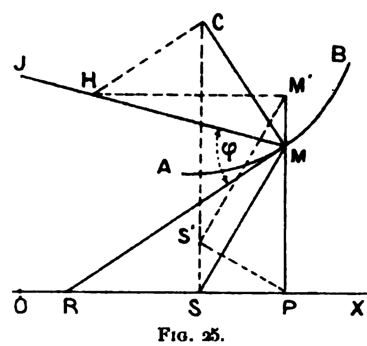


Fig. 25.

Soit $\varphi$ l'angle JMR, de l'accélération totale avec la tangente, on aura

$$\cot\varphi = \text{tang HMC} = \frac{\text{HC}}{\text{CM}} = \frac{\text{HC}}{\rho}.$$

Mais HC est la composante tangentielle $\frac{dv}{dt}$, au facteur $\omega^2$ près. On a donc

$$\text{HC} = \frac{1}{\omega^2}\frac{dv}{dt} = \text{RM} \times h\,(\cot\alpha - h) = \rho\,(\cot\alpha - h)$$

et par suite

$$\frac{\text{HC}}{\rho} = \cot\varphi = \cot\alpha - h.$$

On arrive donc à ce théorème : *la différence des cotangentes des angles variables* $\alpha$ *et* $\varphi$ *reste constante pendant tout le mouvement.*

On déduirait ce théorème de la comparaison des deux composantes

$$\frac{v^2}{\rho} = \omega^2\rho,$$
$$\frac{dv}{dt} = \omega\,\frac{d\rho}{dt},$$

qu'on tire de la relation $v = \rho\omega$.

Il en résulte en effet

$$\cot\varphi = -\frac{\omega\,\frac{d\rho}{dt}}{\omega^2\rho} = -\frac{d\rho}{\rho \times \omega\,dt} = -\frac{d\rho}{\rho\,d\alpha} = -\frac{d}{d\alpha}\,(l\rho),$$

et la différentiation logarithmique de l'équation $\rho = \frac{hy}{\sin\alpha}$, conduit immédiatement à la relation cherchée

$$\cot\varphi = \cot\alpha - h.$$

# M. Éléonor FONTANEAU

Ancien Officier de marine, à Limoges


## PRÉLIMINAIRES D'HYDRAULIQUE [S 2]

*— Séance du 5 août —*

## II

1. — Dans la première partie de ce travail (Congrès de Montauban 1902), j'ai montré comment l'emploi des vélocites $\beta$, $\gamma$, pour intégrer les équations aux dérivées partielles de l'Hydrodynamique, se rattache au mode de transformation qu'avait proposé Lagrange dans le même but. Si l'on pose

$$\beta \frac{d\gamma}{dx} dx + \beta \frac{d\gamma}{dy} dy + \beta \frac{d\gamma}{dz} dz = 0 \qquad \gamma \frac{d\beta}{dx} dx + \gamma \frac{d\beta}{dy} dy + \gamma \frac{d\beta}{dz} dz = 0$$

et qu'au moyen de ces équations différentielles on forme les expressions

$$(1) \quad u = \beta \frac{d\gamma}{dx} - \gamma \frac{d\beta}{dx} \qquad v = \beta \frac{d\gamma}{dy} - \gamma \frac{d\beta}{dy} \qquad w = \beta \frac{d\gamma}{dz} - \gamma \frac{d\beta}{dz}$$

l'équation aux différentielles totales

$$(2) \qquad u\, dx + v\, dy + w\, dz = 0$$

sera toujours intégrable et aura pour facteur d'intégration $\mu = \frac{1}{\beta\gamma}$. Si donc, on pose :

$$(3) \left\{ \begin{aligned} 2p &= \frac{dw}{dy} - \frac{dv}{dz} = 2\left(\frac{d\beta}{dy}\frac{d\gamma}{dz} - \frac{d\beta}{dz}\frac{d\gamma}{dy}\right) \\ 2q &= \frac{du}{dz} - \frac{dw}{dx} = 2\left(\frac{d\beta}{dz}\frac{d\gamma}{dx} - \frac{d\beta}{dx}\frac{d\gamma}{dz}\right) \\ 2r &= \frac{dv}{dx} - \frac{du}{dy} = 2\left(\frac{d\beta}{dx}\frac{d\gamma}{dy} - \frac{d\beta}{dy}\frac{d\gamma}{dx}\right) \end{aligned} \right.$$

et qu'au moyen de $u, v, w$ substituées aux composantes de la vitesse, on parvienne à vérifier les équations aux dérivées partielles de

l'Hydrodynamique, il sera facile d'en déduire $p$, $q$, $r$, comme aussi les expressions correspondantes des vélocites $\beta$, $\gamma$.

On peut, sans inconvénient, remplacer les expressions (1) de $u$, $v$, $w$, par celles-ci :

$$(4) \left\{ \begin{array}{c} u + \frac{d\tau}{dx} = \beta \frac{d\gamma}{dx} - \gamma \frac{d\beta}{dx} \qquad v + \frac{d\tau}{dy} = \beta \frac{d\gamma}{dy} - \gamma \frac{d\beta}{dy} \\ w + \frac{d\tau}{dz} = \beta \frac{d\gamma}{dz} - \gamma \frac{d\beta}{dz} \end{array} \right.$$

où $\tau$ désigne une fonction arbitraire de $x$, $y$, $z$ et $t$; puisque cette fonction disparaît dans la formation des quantités $p$, $q$, $r$, de qui dépendent exclusivement les composantes L, M, N de la rotation élémentaire. Cette addition peut être utile, car elle influe sur les expressions des vélocites $\beta$, $\gamma$, et, comme il est possible d'en disposer de manière à rendre intégrable l'équation :

$$(5) \qquad \left(u + \frac{d\tau}{dx}\right) dx + \left(v + \frac{d\tau}{dy}\right) dy + \left(w + \frac{d\tau}{dz}\right) dz = o,$$

on pourra employer trois fonctions quelconques $u$, $v$, $w$ pour appliquer le procédé de Lagrange, sauf à déterminer ensuite les vélocites correspondantes $\beta$, $\gamma$, au moyen des équations (4) et obtenir en même temps une intégrale $\varepsilon$ qui, jointe à ces vélocites, constitue un système de coordonnées curvilignes à substituer aux coordonnées cartésiennes.

2. — Lorsqu'on prend pour point de départ de l'intégration des composantes connues de la rotation élémentaire et leurs expressions au moyen des vorticites $\zeta$, $\eta$,

$$(6) \left\{ \begin{array}{c} L = \frac{d\zeta}{dy}\frac{d\eta}{dz} - \frac{d\zeta}{dz}\frac{d\eta}{dy} \qquad M = \frac{d\zeta}{dz}\frac{d\eta}{dx} - \frac{d\zeta}{dx}\frac{d\eta}{dz} \\ N = \frac{d\zeta}{dx}\frac{d\eta}{dy} - \frac{d\zeta}{dy}\frac{d\eta}{dx} \end{array} \right.$$

On peut, par analogie à ce qui précède, poser :

$$(7) \left\{ \begin{array}{c} p + \frac{d\tau}{dx} = \zeta \frac{d\eta}{dx} - \eta \frac{d\zeta}{dx} \qquad q + \frac{d\tau}{dy} = \zeta \frac{d\eta}{dy} - \eta \frac{d\zeta}{dy} \\ r + \frac{d\tau}{dz} = \zeta \frac{d\eta}{dz} - \eta \frac{d\zeta}{dz}. \end{array} \right.$$

Car il en résulte :

$$2\,L = \frac{dr}{dy} - \frac{dq}{dz} \qquad 2\,M = \frac{dp}{dz} - \frac{dr}{dx} \qquad 2\,N = \frac{dq}{dx} - \frac{dp}{dy}$$

et si l'on parvient à vérifier les équations aux dérivées partielles de l'Hydrodynamique, avec ces expressions connexes des composantes de la vitesse et des composantes de la rotation élémentaire, on obtiendra aisément les trois coordonnées curvilignes $\varepsilon$, $\zeta$, $\eta$, en intégrant d'abord l'équation

$$(8) \qquad \left(p+\frac{d\tau}{dx}\right)dx+\left(q+\frac{d\tau}{dy}\right)dy+\left(r+\frac{d\tau}{dz}\right)dr=o$$

rendue intégrable par la détermination de $\tau$, au moyen de l'équation aux dérivées partielles du premier ordre et linéaire

$$(9) \qquad \mathrm{L}\frac{d\tau}{dx}+\mathrm{M}\frac{d\tau}{dy}+\mathrm{N}\frac{d\tau}{dz}=\mathrm{L}p+\mathrm{M}q+\mathrm{N}r=o$$

puis en faisant usage des relations (7). On voit d'ailleurs que s'il s'agit ici, comme je le suppose, d'un fluide incompressible, la fonction $\tau$ doit vérifier non seulement l'équation (9) mais aussi l'équation aux dérivées partielles du second ordre

$$(10) \qquad \frac{d^2\tau}{dx^2}+\frac{d^2\tau}{dy^2}+\frac{d^2\tau}{dz^2}=o$$

Je ferai d'ailleurs observer que l'emploi de la fonction auxiliaire $\tau$ devient ici indispensable, parce que les quantités $p$, $q$, $r$ entrent en même temps que les fonctions L, M, N dans les équations aux dérivées partielles d'intégrabilité et les différentes valeurs que peut avoir $\tau$ sont de nature à influer sur les résultats de l'intégration. De plus, si l'on met en regard de l'équation (8) celle-ci

$$(11) \qquad p\,dx+q\,dy+r\,dz=o$$

l'une et l'autre correspondent à des cas différents du mouvement des liquides. La dernière ne convient qu'aux mouvements orthogoniès et par son intégration, on obtient une des vorticites que je désignerai généralement par $\alpha$. L'équation (8), au contraire, convient aux mouvements loxogoniès et pour en déduire une intégrale $\varepsilon$ qu'on puisse employer comme vorticite ; il faut la rendre intégrable en faisant usage de l'équation (9). Cette observation, qui permet d'envisager sous un même point de vue les divers genres de mouvement, exprime la généralisation d'une propriété, dont j'avais formulé le postulat, dans une communication précédente (Congrès de Paris, 1900).

3. — Pour présenter sous un point de vue plus général et commun les divers procédés que j'ai proposés pour l'intégration des équations

aux dérivées partielles de l'Hydrodynamique, j'insisterai ici sur une méthode dont j'ai déjà parlé (Congrès de Nantes, 1898), plus générale et dont ces différents modes ne sont, en réalité, que des spécifications particulières. Je reviens, dans ce but, aux équations différentielles simultanées

$$(12) \qquad \frac{dx}{p} = \frac{dy}{q} = \frac{dz}{r} = dt$$

qui servent de lien commun aux deux méthodes générales usitées d'après Lagrange et ses illustres devanciers Euler et d'Alembert, pour l'étude des fluides en mouvement. Je suppose que $p$, $q$, $r$ y aient des valeurs déterminées et j'en considère trois intégrales distinctes

$$(13) \qquad a = f_1(x, y, z, t) \quad b = f_2(x, y, z, t) \quad c = f_3(x, y, z, t)$$

qui doivent, comme on sait, vérifier les équations aux dérivées partielles du premier ordre :

$$(14) \left\{ \begin{array}{l} p\frac{da}{dx} + q\frac{da}{dy} + r\frac{da}{dz} + \frac{da}{dt} = o \quad p\frac{db}{dx} + q\frac{db}{dy} + r\frac{db}{dz} \pm \frac{db}{dt} = o \\ p\frac{dc}{dx} + q\frac{dc}{dy} + r\frac{dc}{dz} + \frac{dc}{dt} = o. \end{array} \right.$$

Si, prenant à volonté une fonction G de $x, y, z, t$, on considère le déterminant fonctionnel

$$(15) \left\{ \begin{array}{l} \mathrm{R} = \left(\pm \frac{d\mathrm{G}}{dx}\frac{da}{dy}\frac{db}{dz}\frac{dc}{dt}\right) = \begin{vmatrix} a_2 & a_3 & a_t \\ b_2 & b_3 & b_t \\ c_2 & c_3 & c_t \end{vmatrix} \frac{d\mathrm{G}}{dx} - \begin{vmatrix} a^2 & a_t & a_1 \\ b_3 & b_t & b_1 \\ c_3 & c_t & c_1 \end{vmatrix} \frac{d\mathrm{G}}{dy} + \\ \begin{vmatrix} a_t & a_1 & a_2 \\ b_t & b_1 & b_2 \\ c_t & c_1 & c_2 \end{vmatrix} \frac{d\mathrm{G}}{dz} - \mathrm{D}\frac{d\mathrm{G}}{dt}, \end{array} \right.$$

où D désigne le déterminant.

$$(16) \qquad \mathrm{D} = \left(\pm \frac{da}{dx}\frac{db}{dy}\frac{dc}{dz}\right) = \begin{vmatrix} a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \\ c_1 & c_2 & c_3 \end{vmatrix} = -\frac{d\mathrm{R}}{d\mathrm{G}_t},$$

on rendra le dernier membre de l'égalité multiple (15) identiquement nul, en y substituant aux quotients différentiels de G, successivement et dans le même ordre ceux des fonctions $a$, $b$, $c$ par rapport à $x, y, z, t$. Il est évident d'après cela que si, dans les équations différen-

tielles (12), on donne à $p$, $q$, $r$ respectivement les expressions suivantes :

$$(17)\left\{\begin{aligned} p &= -\frac{1}{D}\begin{vmatrix} a_2 & a_3 & a_t \\ b_2 & b_3 & b_t \\ c_2 & c_3 & c_t \end{vmatrix} = \frac{\frac{dR}{dG_1}}{\frac{dR}{dG_t}} \qquad q = -\frac{1}{D}\begin{vmatrix} a_3 & a_1 & a_t \\ b_3 & b_1 & b_t \\ c_3 & c_1 & c_t \end{vmatrix} = \frac{\frac{dR}{dG_2}}{\frac{dR}{dG_t}} \\ r &= -\frac{1}{D}\begin{vmatrix} a_1 & a_2 & a_t \\ b_1 & b_2 & b_t \\ c_1 & c_2 & c_t \end{vmatrix} = \frac{\frac{dR}{dG_3}}{\frac{dR}{dG_t}}, \end{aligned}\right.$$

$a$, $b$, $c$ en seront trois intégrales distinctes, puisque les équations (14) se vérifient alors identiquement. On peut donc poser généralement

$$(18)\left\{\begin{aligned} p &= -\frac{dD}{da_1}\frac{a_t}{D} - \frac{dD}{db_1}\frac{b_t}{D} - \frac{dD}{dc_1}\frac{c_t}{D} = \frac{dD}{da_1}E_1 + \frac{dD}{db_1}E_2 + \frac{dD}{dc_1}E_3 \\ q &= -\frac{dD}{da_2}\frac{a_t}{D} - \frac{dD}{db_2}\frac{b_t}{D} - \frac{dD}{dc_2}\frac{c_t}{D} = \frac{dD}{da_2}E_1 + \frac{dD}{db_2}E_2 + \frac{dD}{dc_2}E_3 \\ r &= -\frac{dD}{da_3}\frac{a_t}{D} - \frac{dD}{db_3}\frac{b_t}{D} - \frac{dD}{dc_3}\frac{c_t}{D} = \frac{dD}{da_3}E_1 + \frac{dD}{db_3}E_2 + \frac{dD}{dc_3}E_3 \end{aligned}\right.$$

où les quantités $E_1$, $E_2$, $E_3$ sont définies par les égalités

$$(19)\qquad DE_1 + \frac{da}{dt} = 0 \qquad DE_2 + \frac{db}{dt} = 0 \qquad DE_3 + \frac{dc}{dt} = 0.$$

Pour se rendre compte du motif qui nécessite l'introduction des quantités $E$, il faut observer que d'après les formules de la transformation des coordonnées curvilignes (Congrès de Boulogne-sur-Mer, 1899) on a en général

$$\frac{1}{D}\frac{dD}{da_1} = \frac{dx}{da}, \quad \frac{1}{D}\frac{dD}{da_2} = \frac{dy}{da}, \quad \frac{1}{D}\frac{dD}{da_3} = \frac{dz}{da}; \quad \frac{1}{D}\frac{dD}{db_1} = \frac{dx}{db}; \quad \frac{1}{D}\frac{dD}{db_2} = \frac{dy}{db};$$

$$\frac{1}{D}\frac{dD}{db_3} = \frac{dz}{db}; \quad \frac{1}{D}\frac{dD}{dc_1} = \frac{dx}{dc}, \quad \frac{1}{D}\frac{dD}{dc_2} = \frac{dy}{dc}; \quad \frac{1}{D}\frac{dD}{dc_3} = \frac{dz}{dc}$$

et, par suite, il résulte des équations (18)

$$p = -\frac{dx}{da}\frac{da}{dt} - \frac{dx}{db}\frac{db}{dt} - \frac{dx}{dc}\frac{dc}{dt}; \qquad q = -\frac{dy}{da}\frac{da}{dt} - \frac{dy}{db}\frac{db}{dt} - \frac{dy}{dc}\frac{dc}{dt};$$

$$r = -\frac{dz}{da}\frac{da}{dt} - \frac{dz}{db}\frac{db}{dt} - \frac{dz}{dc}\frac{dc}{dt}.$$

Or, ces expressions, sans être absolument inexactes, ne sont pas généralement exactes; elles ne peuvent l'être d'après Lagrange et Kirchhoff, que si l'on a déterminé $a$, $b$, $c$ de manière à obtenir pour $t = o$ le point initial du mouvement moléculaire, ou bien la surface initiale du mouvement de déformation et de déplacement des vélocites. C'est pour satisfaire à cette obligation qu'ont été introduites les quantités E destinées à avoir une première détermination au moyen des équations aux dérivées partielles de l'Hydrodynamique, puis une seconde et définitive détermination au moyen des équations (19), en opérant conformément aux conditions établies par Lagrange et Kirchhoff.

4. — Si, dans le but de généraliser les formules (18), on y remplace $a$, $b$, $c$ par des fonctions arbitraires $\varphi$, $\psi$, $\varkappa$ de ces variables, il vient

$$(20)\left\{ p = -\frac{1}{\Delta}\begin{vmatrix} \varphi_2 & \varphi_3 & \varphi t \\ \psi_2 & \psi_3 & \psi t \\ \varkappa_2 & \varkappa_3 & \varkappa t \end{vmatrix} \quad q = -\frac{1}{\Delta}\begin{vmatrix} \varphi_3 & \varphi_1 & \varphi t \\ \psi_3 & \psi_1 & \psi t \\ \varkappa_3 & \varkappa_1 & \varkappa t \end{vmatrix} \quad r = -\frac{1}{\Delta}\begin{vmatrix} \varphi_1 & \varphi_2 & \varphi t \\ \psi_1 & \psi_2 & \psi t \\ \varkappa_1 & \varkappa_2 & \varkappa t \end{vmatrix} \right.$$

où $\Delta$ désigne le déterminant fonctionnel des quantités $\varphi$, $\psi$, $\varkappa$. Or, en substituant dans ces égalités les expressions développées des quotients différentiels de $\varphi$, $\psi$, $\varkappa$; décomposant les résultats en déterminants partiels, de manière à éliminer ceux qui se détruisent et reconstituant ensuite les déterminants fonctionnels, on obtient les relations suivantes :

$$(21)\left\{ \Delta = \begin{matrix} \frac{d\varphi}{da} & \frac{d\varphi}{db} & \frac{d\varphi}{dc} \\ \frac{d\psi}{da} & \frac{d\psi}{db} & \frac{d\psi}{dc} \\ \frac{d\varkappa}{da} & \frac{d\varkappa}{db} & \frac{d\varkappa}{dc} \end{matrix} \left(\pm \frac{da}{dx}\frac{db}{dy}\frac{dc}{dz}\right), \quad \begin{vmatrix} \varphi_2 & \varphi_3 & \varphi t \\ \psi_2 & \psi_3 & \psi t \\ \varkappa_2 & \varkappa_3 & \varkappa t \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \frac{d\varphi}{da} & \frac{d\varphi}{db} & \frac{d\varphi}{dc} \\ \frac{d\psi}{da} & \frac{d\psi}{db} & \frac{d\psi}{dc} \\ \frac{d\varkappa}{da} & \frac{d\varkappa}{db} & \frac{d\varkappa}{dc} \end{vmatrix} \begin{vmatrix} a_2 & a_3 & at \\ b_2 & b_3 & bt \\ c_2 & c_3 & ct \end{vmatrix} \right.$$

qu'il est aisé d'ailleurs de vérifier.

Par conséquent, les expressions (20) se réduisent d'elles-mêmes par l'élimination du facteur commun de leurs deux termes, aux expressions (17) et on ne peut pas augmenter leur généralité. La première obligation à laquelle doivent satisfaire les composantes de la vitesse est de remplir la condition de continuité du fluide qui s'exprime, comme on sait, par l'équation :

$$(23)\quad \frac{d\rho}{dt} + p\frac{d\rho}{dx} + q\frac{d\rho}{dy} + r\frac{d\rho}{dx} + \left(\frac{dp}{dx} + \frac{dq}{dy} + \frac{dr}{dz}\right)\rho.$$

Or il vient d'après une proposition générale de la théorie des déterminants fonctionnels, démontrée par Jacobi (13[e] leçon sur la Dynamique, n° 5), en l'appliquant au déterminant R

$$\frac{d}{dx}\frac{dR}{dG_1} + \frac{d}{dy}\frac{dR}{dG_2} + \frac{d}{dz}\frac{dR}{dG_3} + \frac{d}{dt}\frac{dR}{dG_t} = o,$$

relation qui, en vertu des expressions (17) et parce que l'on a $\frac{dR}{dG_t} = -D$ devient, en ordonnant et changeant les signes

$$(24) \quad \frac{dD}{dt} + p\frac{dD}{dx} + q\frac{dD}{dy} + r\frac{dD}{dz} + \left(\frac{dp}{dx} + \frac{dq}{dy} + \frac{dr}{dz}\right) D = o.$$

On déduit des équations (23) et (24), en prenant $\delta$ pour le signe de différentiation totale par rapport à $t$

$$(25) \quad \frac{1}{\rho}\frac{\delta\rho}{\delta t} - \frac{1}{D}\frac{\delta D}{\delta t} = o.$$

Si on substitue, dans cette relation, à D son inverse, c'est-à-dire le déterminant $\Delta$

$$\Delta = \begin{vmatrix} \frac{dx}{da} & \frac{dx}{db} & \frac{dx}{dc} \\ \frac{dy}{da} & \frac{dy}{db} & \frac{dy}{dc} \\ \frac{dz}{da} & \frac{dz}{db} & \frac{dz}{dc} \end{vmatrix},$$

elle devient

$$(26) \quad \frac{1}{\rho}\frac{\delta\rho}{\delta t} + \frac{1}{\Delta}\frac{\delta\Delta}{\delta t} = o$$

et peut être employée sous ces deux formes distinctes. Ces équations sont intégrables par rapport à $t$ et il en résulte

$$(27) \quad \frac{\rho}{D} = \rho\Delta = F\,(a, b, c)$$

où F désigne une fonction arbitraire dont les coefficients ne varient pas avec le temps, c'est-à-dire une fonction de même nature que $a$, $b$, $c$, comme elles une intégrale des équations (12).

5. — Lagrange a donné une relation analogue à l'équation (26). (Mécanique analytique, douzième section, n° 3) :

$$(28) \quad \frac{d\rho}{\rho} \times \frac{d\theta}{\theta} = o$$

où la caractéristique $d$ est employée comme plus haut $\delta$, pour indiquer la différentiation totale par rapport à $t$ et $\theta$ désigne le déterminant

$$(29) \qquad \theta = \begin{vmatrix} \frac{dx}{dx_0} & \frac{dx}{dy_0} & \frac{dx}{dz_0} \\ \frac{dy}{dx_0} & \frac{dy}{dy_0} & \frac{dy}{dz_0} \\ \frac{dz}{dx_0} & \frac{dz}{dy_0} & \frac{dz}{dz_0} \end{vmatrix}.$$

D'après l'Analyse employée par Lagrange, il faudrait entendre par $x_0, y_0, z_0$, variables indépendantes du second membre de cette égalité, les coordonnées initiales du point $(x, y, z)$. Mais, d'après Lagrange lui-même (Mécanique analytique, onzième section, n° 9), ces coordonnées initiales sont données par trois intégrales distinctes des équations (12); en y faisant $t = o$; ce sont ces intégrales ellesmêmes que je désigne ici par $x_0, y_0, z_0$ et que j'emploie, pour avoir des quantités comparables aux fonctions $a$, $b$, $c$.

Dans ces conditions, on a

$$(30) \quad a = F_1(x_0, y_0, z_0) \qquad b = F_2(x_0, y_0, z_0) \qquad c = F_3(x_0, y_0, z_0)$$

où $F_1$, $F_2$, $F_3$, sont des fonctions à coefficients constants et par la première des égalités (21), il vient

$$(31) \qquad D = \begin{vmatrix} \frac{da}{dx_0} & \frac{da}{dy_0} & \frac{da}{dz_0} \\ \frac{db}{dx_0} & \frac{db}{dy_0} & \frac{db}{dz_0} \\ \frac{dc}{dx_0} & \frac{dc}{dy_0} & \frac{dc}{dz_0} \end{vmatrix} \begin{vmatrix} \frac{dx_0}{dx} & \frac{dx_0}{dy} & \frac{dx_0}{dz} \\ \frac{dy_0}{dx} & \frac{dy_0}{dy} & \frac{dy_0}{dz} \\ \frac{dz_0}{dx} & \frac{dz_0}{dy} & \frac{dz_0}{dz} \end{vmatrix}$$

Dans cette dernière expression, le premier déterminant que je désignerai, pour abréger, par $D_0$ ne dépend que de $x_0, y_0, z_0$, par une relation à coefficients constants; par conséquent, sa dérivée totale par rapport au temps $t$ est identiquement nulle. Quant au second déterminant, il est égal à $\frac{1}{\theta}$, d'après les formules générales de transformation des coordonnées curvilignes. (Congrès de Boulogne-sur-Mer, 1899.)

D'après ces remarques, ou en observant seulement que rien n'empêche de prendre à priori pour $a$, $b$, $c$, les fonctions de même espèce $x_0, y_0, z_0$, on déduit de (26) l'équation (28) de Lagrange; si ce n'est

que $x_0, y_0, z_0$, n'y ont pas les mêmes significations. Il semble donc y avoir un désaccord en ce point; pour s'en affranchir, il suffit d'observer que, d'après Lagrange (sur l'*Attraction des Sphéroïdes elliptiques*, œuvres complètes, tome III, page 626), on a

$$dx\,dy\,dz = \Delta\,da\,db\,dc \tag{32}$$

d'où il vient

$$\rho\,dx\,dy\,dz = \rho\,\Delta\,da\,db\,dc. \tag{33}$$

Ainsi, la relation (27), tout aussi bien que celle de Lagrange et par le même motif, exprime que la masse fluide reste constante, sans égard à la valeur de $t$.

Au point de vue où je me suis placé, les équations (25), (26) et (27) ont de l'importance; il en résulte d'abord une première intégrale des équations aux dérivées partielles de l'Hydrodynamique. Car la pression $\omega$ doit être donnée en fonction de la densité $\rho$ (Mécanique analytique, douzième section, n° 6), et par suite l'équation (27) exprime une certaine détermination de la pression, par rapport à $a$, $b$, $c$, et leurs quotients différentiels du premier ordre. Si, pour prendre un cas simple, on suppose que la densité soit constante, ce qui est le cas des liquides à température uniforme et invariable, il vient

$$D = F(a, b, c), \tag{34}$$

égalité qui constitue une relation de dépendance mutuelle entre les quantités $a$, $b$, $c$, parce que les coefficients de la fonction F sont indépendants du temps. On me permettra aussi de déduire des relations dont il s'agit la justification d'une remarque énoncée dans la première partie de ce travail, n° 1 (Congrès de Montauban, 1902), au sujet du théorème de Lagrange sur les mouvements irrotationnels. Ce théorème, ai-je dit, s'applique à tous les genres de mouvements, quelle que soit la nature du fluide et sous l'influence de quelques causes qui se produisent, tant que la nature de ses vélocites reste la même. J'ajouterai qu'à ce degré de généralité, on peut le considérer comme un principe dont il convient, à ce que je crois, de faire honneur à la mémoire de ce grand géomètre.

Ce principe résulterait implicitement de plusieurs remarques énoncées dans la Mécanique analytique et notamment de ce passage (onzième section, n° 8). — « Si on veut que les mêmes particules qui sont une fois à la surface y demeurent toujours et ne se meuvent

que le long de cette surface, *condition qui paraît nécessaire pour que le fluide ne se divise pas et qui est reçue généralement, dans la théorie des fluides,* il faudra que l'équation dont il s'agit (l'équation des parois du vase, $A = o$) ne contienne point le temps $t$; par conséquent la fonction A de $x, y, z$, devra être telle que $t, y$ disparaisse, après la substitution des valeurs de $x, y, z$ en $a, b, c, t$. »

Lagrange présentait en ces termes le type des vélocites absolues, que je désigne ainsi pour les distinguer des vélocites instantanées de mes précédentes communications. Des observations présentées dans le numéro précédent et dans celui-ci, il résulte incontestablement que, dans tout fluide dont le mouvement s'effectue, en tous ses points, conformément à la loi de continuité, on peut toujours et à chaque instant considérer la masse mobile comme divisée jusqu'en ses molécules élémentaires, par trois groupes distincts de vélocites, dont la considération suffit pour caractériser l'état mobile du fluide. La continuité du mouvement est indispensable pour qu'il en soit ainsi et l'équation (27), qui ne serait pas exacte en dehors de cette hypothèse, donne l'étendue du domaine de continuité, puisqu'au moyen de trois vélocites connues elle permet d'en déterminer un quatrième et successivement tous les autres. La caractéristique des surfaces de discontinuité ou surfaces de séparation (Trennungs flâche), suivant l'expression de Helmholtz (ueber discontinuirliche Flussigkeitsbewegungen), résulte de cette observation. Ce sont des surfaces qui, tout en ayant la même propriété que la paroi A, de Lagrange, sont néanmoins indépendantes des vélocites absolues $a$, $b$, $c$, d'un mouvement continu, auxquelles on les réfère. Le principe de Lagrange ainsi compris permet de constater la continuité d'un fluide en mouvement et, s'il y a des discontinuités, d'en distinguer les régions à raison de la diversité des mouvements.

6. — Si ce critérium était d'un emploi facile, on pourrait en faire de nombreuses applications, mais il faut avouer qu'il est malaisé de le préconiser, en présence de la répugnance qu'éprouvent les meilleurs esprits à se représenter dans un liquide en mouvement des surfaces dont chacune fasse partie d'une série à un paramètre et change à la fois de forme et de position avec le temps. Il semble que de tels objets ainsi définis soient inconcevables et l'esprit rebuté s'obstine en dépit de l'analyse, à ne voir dans la masse liquide, qu'une agglomération plus ou moins distincte de filets mobiles, qui, par leurs changements d'état, semblent donner un aperçu plus net du mouvement général. C'est ce qui m'engage à reproduire ici un passage où M. Charles Neumann (Hydrodynamische unter suchungen,

Einleitung, n° 2) présente en termes précis, mais en se plaçant à un autre point de vue que moi, la notion des surfaces mobiles dans un fluide. — « Considérons, dit-il un fluide incompressible, limité par une surface extérieure $\sigma_0$ et autant qu'on voudra de surfaces intérieures $\sigma_1$, $\sigma_2$, $\sigma_3$, et dont chacune soit à volonté une membrane légère ou la surface extérieure d'un corps solide... Pour plus de généralité, il me paraît préférable d'adopter le premier système de représentation (Vorstellung) et de considérer les surfaces $\sigma_0$, $\sigma_1$, $\sigma_2$, $\sigma_3$... comme des membranes variables de position et de forme. »

Dans cet ouvrage destiné, en grande partie, à donner des règles précises pour l'application aux problèmes de l'Hydrodynamique, du principe d'Hamilton, application due à MM. W. Thomson (Lord Kelvin) et Tait et qui ouvre de plus larges horizons à l'étude inaugurée par Lejeune-Dirichlet, du mouvement des corps immergés, M. Charles Neumann donne dans les termes que j'ai reproduits leur définitions précise, pour donner une idée claire du problème à traiter. Mais ces corps se distinguent à peine des vélocites absolues dont je m'occupe dans cet écrit; car, soit que leur surface extérieure change ou ne change pas de forme dans le cours du mouvement, il faut qu'elle ne cesse de coïncider avec une des vélocites mobiles, pour que la continuité subsiste.

Ainsi, pour se rendre un compte exact de ce que sont ces vélocites, il suffit de compléter, en ce qui les concerne, les explications du savant géomètre allemand, en admettant que, par une espèce de rigidité fictive due à l'action mutuelle des molécules contiguës, ces surfaces se comportent en quelque sorte comme des membranes. C'est à cet ordre d'idées que se rattachent les considérations émises dans une communication antérieure (Congrès de Paris, 1900).

J'ai fait voir que des conditions à la surface données par Navier, pour le mouvement d'un liquide résultait cette équation

$$X_n \cos l + Y_n \cos m + Z_n \cos n = \omega, \tag{34}$$

où $l$, $m$, $n$, désignent respectivement les cosinus des angles que la normale intérieure à la surface du liquide fait avec les axes des coordonnées cartésiennes; $X_n$, $Y_n$, $Z_n$, les composantes par rapport à ces axes, de la force appliquée à l'élément de cette surface dont les coordonnées sont $x, y, z$ et $\omega$ la pression. Comme cette proposition convient à toutes les surfaces douées de la même propriété analytique que la surface extérieure du liquide, il en résulte que ces surfaces et les pressions dont elles sont le siège proviennent des

influences extérieures qui se propagent à l'intérieur du fluide et par suite de la réaction des parois, déterminent ainsi la répartition des vitesses et des pressions.

6. — Après ces explications, il est aisé de montrer par quelle voie naturelle et facile on passe de la méthode indiquée plus haut aux différents procédés, l'intégration des équations aux dérivées partielles de l'Hydrodynamique, dont je me suis occupé dans mes communications antérieures.

Je ferai d'abord observer que si l'on fait dans les formules (18)

$$(35) \qquad \frac{db}{dt} = o \qquad \frac{dc}{dt} = o,$$

et elles deviennent :

$$(36) \left\{ \begin{array}{l} p = - \dfrac{d\mathrm{D}}{da_1} \dfrac{\frac{da}{dt}}{\mathrm{D}} = \dfrac{d\mathrm{D}}{da_1} \mathrm{E} \qquad q = - \dfrac{d\mathrm{D}}{da_2} \dfrac{\frac{da}{dt}}{\mathrm{D}} = \dfrac{d\mathrm{D}}{da_2} \mathrm{E} \\ r = - \dfrac{d\mathrm{D}}{da_3} \dfrac{\frac{da}{dt}}{\mathrm{D}} = \dfrac{d\mathrm{D}}{da_3} \mathrm{E}, \end{array} \right.$$

tandis que les relations (19) donnent cette seule équation

$$(37) \quad \mathrm{DE} + \frac{da}{dt} = \frac{dD}{da_1} \mathrm{E}. \frac{da}{dx} + \frac{d\mathrm{D}}{da_2} \mathrm{E}. \frac{da}{dy} + \frac{d\mathrm{D}}{da_3} \mathrm{E}. \frac{da}{dz} + \frac{da}{dt} = o$$

Dans ce cas où le mouvement est stationnaire, c'est-à-dire se conserve la stabilité des filets liquides (Congrès de Paris et d'Ajaccio 1900-1901), la manière de procéder coïncide avec celle que j'ai indiquée précédemment, sauf un complément nécessaire. Les vélocites instantanées $\beta$, $\gamma$ deviennent des vélocites absolues $b$, $c$, mais la coordonnée curviligne $\alpha$ doit être remplacée par une troisième vélocite $a$ qui doit satisfaire à l'équation aux dérivées partielles du premier ordre et linéaire (37). On peut alors opérer comme il suit ; il faut d'abord déterminer $p$, $q$, $r$, de manière à vérifier les équations aux dérivées partielles de l'Hydrodynamique, en supposant que E est une fonction de $\beta$, $\gamma$, si le fluide est incompressible et sans cette restriction, si le fluide est aériforme. Dans la première hypothèse, il n'y a plus qu'à intégrer l'équation aux dérivées partielles du premier ordre (37) en y donnant à E sa valeur. Il y a pour cela un procédé général qu'il me paraît bon de signaler. Les équations différentielles simultanées qui correspondent à l'équation aux dérivées partielles à

intégrer sont les équations (12) et, comme $p, q, r$ ne contiennent le temps $t$ que par leur facteur commun E, on aura d'abord pour les intégrales $\beta$, $\gamma$ des fonctions de $x, y, z$ à coefficients constants. On pourra ensuite déterminer $\alpha$ en faisant usage de la relation

$$dt = \frac{pdx + qdy + rdz}{p^2\, q^2\, r^2} = \frac{\frac{dD}{da_1}dx + \frac{dD}{da_2}dy + \frac{dD}{da_3}dz}{\left(\frac{dD_2}{da_1} + \frac{dD_2}{da_2} + \frac{dD_2}{da_3}\right)E},$$

d'où l'on déduit :

$$(38) \qquad \int E\, dt - \int \frac{\frac{dD}{da_1}dx + \frac{dD}{da_2}dy + \frac{dD}{da_3}dz}{\frac{dD_2}{da_1} + \frac{dD_2}{da_2} + \frac{dD_2}{da_3}} + \varphi(\beta, \gamma) = a.$$

Dans le premier membre de cette égalité, l'intégration devra être effectuée par rapport à $t$ sans égard à $\beta$, $\gamma$, seules variables qui entrent dans E avec le temps, et pour le second membre il y a lieu de faire une distinction.

Si la relation

$$(39) \qquad \frac{dD}{da_1}dx + \frac{dD}{da_2}dy + \frac{dD}{da_3}dz = 0$$

est une équation différentielle intégrable dont l'intégrale soit $\alpha = \text{const}$, on pourra poser (congrès de Nantes, 1898)

$$\frac{dD}{da_1} = e\frac{d\alpha}{dx} \qquad \frac{dD}{da_2} = e\frac{d\alpha}{dy} \qquad \frac{dD}{da_3} = e\frac{d\alpha}{dz}$$

et on aura pour le second membre de l'équation (38)

$$\int \frac{d\alpha}{D},$$

à cause de l'égalité

$$D = \frac{dD}{d\alpha_1}\alpha_1 + \frac{dD}{d\alpha_2}\alpha_2 + \frac{dD}{d\alpha_3}\alpha_3 = e\left(\frac{d\alpha_2}{dx} + \frac{d\alpha_2}{dy} + \frac{d\alpha_2}{dz}\right).$$

Il en résulte

$$(40) \qquad \int E\, dt - \int \frac{d\alpha}{D} + \varphi(\beta, \gamma) = a,$$

en supposant que D ait été exprimé en fonction de $\alpha$, $\beta$, $\gamma$ et que

l'intégration du second terme soit effectuée par rapport à $\alpha$ en traitant $\beta$, $\gamma$ comme des constantes.

Si l'équation (39) n'est pas intégrable, on peut lui substituer une relation différentielle par rapport aux variables $\alpha$, $\beta$, $\gamma$, en faisant usage des formules de transformation pour les coordonnées curvilignes (Congrès de Boulogne-sur-Mer, 1899) et poser

$$\frac{dD}{d\alpha_1}dx + \frac{dD}{d\alpha_2}dy + \frac{dD}{d\alpha_3}dz = D\left[\left(\frac{dx_2}{d\alpha} + \frac{dy_2}{d\alpha} + \frac{dz_2}{d\alpha}\right)\right.$$
$$\left. + \left(\frac{dx}{d\alpha}\frac{dx}{d\beta} + \frac{dy}{d\alpha}\frac{dy}{d\beta} + \frac{dz}{d\alpha}\frac{dz}{d\beta}\right)d\beta + \left(\frac{dx}{d\gamma}\frac{dx}{d\alpha} + \frac{dy}{d\gamma}\frac{dy}{d\alpha} + \frac{dz}{d\gamma}\frac{dz}{d\alpha}\right)d\gamma\right]$$

où l'on doit supprimer les termes où $d\beta$ et $d\gamma$ entrent en facteurs parce que $\beta$ et $\gamma$ doivent être traitées dans l'intégration, comme des constantes. Comme on a d'ailleurs, en vertu des mêmes formules

$$\frac{dD_2}{d\alpha_1} + \frac{dD_2}{d\alpha_2} + \frac{dD_2}{d\alpha_3} = D^2\left(\frac{dx_2}{d\alpha} + \frac{dy_2}{d\alpha} + \frac{dz_2}{d\alpha}\right),$$

il en résulte que le second terme de l'équation (38) se réduira encore à $\int\frac{d\alpha}{D}$ et que la formule (40) donnera encore l'expression de $a$. Dans ce calcul, on pourrait donner à $\alpha$ une valeur arbitraire, mais il paraît préférable de lui substituer la quantité $\epsilon$ dont il est question au n° 3, en même temps qu'y est indiqué le moyen de l'obtenir, en modifiant l'équation (39).

Si par la nature du fluide, ou à raison des influences auxquelles il est soumis, on était obligé d'avoir égard à ses changements de volume, E devrait, comme je l'ai dit, dépendre généralement de $t$, de $\beta$, $\gamma$ et d'une fonction arbitraire $\alpha$. Dans ce cas l'équation

$$(41)\quad E\,dt - \frac{\left(\frac{dD}{da_1} + \frac{d\tau}{dx}\right)dx + \left(\frac{dD}{da_2} + \frac{d\tau}{dy}\right)dy + \left(\frac{dD}{da_3} + \frac{d\tau}{dz}\right)dz}{\frac{dD_2}{d\alpha_1} + \frac{dD_2}{d\alpha_2} + \frac{dD_2}{d\alpha_3}} = 0$$

se changerait par l'introduction des coordonnées curvilignes $\beta$, $\gamma$, $\epsilon$, à la place de $x, y, z$ en une équation différentielle qu'il y aurait à intégrer en traitant $\beta$, $\gamma$ comme des constantes, puis on en désignerait par $a$ la constante.

7. — Lorsque $b$, $c$, dépendent du temps aussi bien que $a$, l'emploi des formules (18) devient moins facile, mais dans un grand nombre

de cas, surtout s'il s'agit du mouvement des eaux dans les tuyaux de conduite, on peut substituer à la méthode actuelle celle dont j'ai fait le sujet commun de mes communications antérieures. Dans ce cas, les influences extérieures se propagent à l'intérieur par l'afflux du liquide et l'action contraire du milieu ambiant, aux orifices de sortie, de sorte que les vélocites $b$, $c$, ne dépendent du temps que par suite de la réaction variable des parois rigides ou élastiques. Les oscillations latérales des courants sont bien moins grandes que leurs vitesses et on peut sans inconvénient supposer invariable le temps $t$, à chaque instant infiniment petit de la durée. Cela revient à considérer le mouvement général du liquide comme composé d'une suite infinie de mouvements partiels instantanés, pour chacun desquels aurait lieu momentanément la stabilité des filets liquides.

Cette hypothèse est assurément légitime, à condition toutefois de ne pas faire obstacle à l'intégration des équations aux dérivées partielles de l'Hydrodynamique. C'est en prévision de cette difficulté que se complètent les expressions (3) des composantes de la vitesse par l'introduction d'un facteur indéterminé E; car on peut par son moyen satisfaire à la condition essentielle d'où dépendent les équations dont il s'agit, la continuité du liquide, grâce à la coordination de ses mouvements instantanés.

Il faut d'ailleurs observer que, si l'on a pris plus ou moins arbitrairement pour point de départ deux vélocites instantanées $\beta$, $\gamma$ et une troisième coordonnée curviligne $\epsilon$, puis qu'on ait obtenu pour $p$, $q$, $r$, des expressions valables, il n'y aura pas de dépendance immédiate de ces variables intermédiaires aux vélocites absolues $a$, $b$, $c$. On sera donc libre d'adopter de préférence pour données celles que l'on croira de nature à conduire aussi aisément que possible au but poursuivi, sauf à le compléter au moyen des relations (19) ou plutôt d'une de ces équations aux dérivées partielles du premier ordre et linéaire, dont l'intégration donnera simultanément les trois fonctions $a$, $b$, $c$.

Les formules générales de la transformation des coordonnées curvilignes (Congrès de Boulogne-sur-Mer, 1899) sont indépendantes du nombre de ces coordonnées. Pour les appliquer au cas où il y aurait à considérer plus de trois coordonnées, il faudrait avoir soin seulement de tenir compte des changements de signe qu'amène dans le développement par voie récurrente d'un déterminant le fait d'être de degré impair ou de degré pair.

Si, conformément aux données du n° 3, on fait correspondre aux

quatre variables $x, y, z, t$, les coordonnées curvilignes $a$, $b$, $c$, G, on peut poser :

$$(42) \begin{cases} R\frac{dx}{dG} = \frac{dR}{dG_1} & R\frac{dx}{da} = \frac{dR}{da_1} & R\frac{dx}{db} = \frac{dR}{db_1} & R\frac{dx}{dc} = \frac{dR}{dc_1} \\ R\frac{dt}{dG} = \frac{dR}{dG_t} & R\frac{dt}{da} = \frac{dR}{da_t} & R\frac{dt}{db} = \frac{dR}{db_t} & R\frac{dt}{dc} = \frac{dR}{dc_t} \end{cases}$$

et il en résulte :

$$(43) \qquad p = \frac{\frac{dx}{dG}}{\frac{dt}{dG}} \qquad q = \frac{\frac{dy}{dG}}{\frac{dt}{dG}} \qquad r = \frac{\frac{dz}{dG}}{\frac{dt}{dG}}.$$

Si dans ces expressions on fait $G = t$, ce qui est permis, puisque G désigne une fonction arbitraire sauf à être indépendante de $a, b, c$, elles se réduisent aux identités

$$p = \frac{dx}{dt} \qquad q = \frac{dy}{dt} \qquad r = \frac{dz}{dt}.$$

Ce calcul n'a d'ailleurs quelque intérêt qu'au point de vue théorique; il ne pourrait être utile que pour substituer aux procédés usités pour la mesure du temps, un mode spécial d'évaluation emprunté à l'Hydrodynamique; de même, par exemple, qu'on s'est servi du théorème de Sadi-Carnot pour introduire dans la Thermodynamique la notion des températures absolues. Si j'ai cru devoir le présenter, c'est que les anciens géomètres se sont beaucoup occupés de la théorie d'horloges spéciales désignées sous le nom de Clepsydres et fondées sur le mouvement des liquides; il en est encore question dans le traité d'Hydrodynamique de Bossut.

8. — Si, quand $a, b, c$ dépendent du temps, il paraît impossible, à raison des circonstances, de réduire, comme il vient d'être dit, au cas de la stabilité des filets liquides, l'intégration des équations aux dérivées partielles de l'Hydrodynamique; s'il s'agit, par exemple, du calcul de l'effet des machines ou du mouvement d'un ou de plusieurs corps dans un liquide, on sera obligé d'employer les expressions (18) dans toute leur généralité. Lorsqu'il s'agit d'un fluide incompressible, c'est-à-dire d'un liquide à température uniforme et constante, la condition de continuité du liquide (23) se réduit à

$$(44) \qquad \frac{dp}{dx} + \frac{dq}{dy} + \frac{dr}{dz} = 0$$

et il en résulte pour les quantités $E_1$, $E_2$, $E_3$, une relation spéciale que j'ai démontrée dans une communication antérieure (Congrès de Nantes, 1898). Je la reproduis ici avec les notations actuelles :

$$(45)\left\{\begin{aligned} &\frac{dE_1}{da}+\frac{dE_2}{db}+\frac{dE_3}{dc}=\frac{\frac{\delta D}{\delta t}-D\left(\frac{d}{da}\frac{da}{dt}+\frac{d}{db}\frac{db}{dt}+\frac{d}{dc}\frac{dc}{dt}\right)}{D^2}=o\\ &D=\left(\pm\frac{da}{dx}\frac{db}{dy}\frac{dc}{dz}\right)=F(a,b,c)\end{aligned}\right.$$

où F désigne une fonction à coefficients constants.

On a d'ailleurs pour la première des relations (45)

$$(46)\left\{\begin{aligned} &\frac{\delta D}{\delta t}-\frac{\sin^2\theta_1}{A^2\sin^2\varphi}A\frac{dA}{dt}-\frac{\sin^2\theta_2}{B^2\sin^2\varphi}-\frac{\sin^2\theta_3}{C^2\sin^2\varphi}\\ &-\frac{\cos\theta_2\cos\theta_3-\cos\theta_1}{BC\sin^2\varphi}\frac{d}{dt}(BC\cos\theta_1)-\frac{\cos\theta_3\cos\theta_1-\cos\theta_2}{CA\sin^2\varphi}\\ &\frac{d}{dt}(CA\cos\theta_2)-\frac{\cos\theta_1\cos\theta_2-\cos\theta_3}{AB\sin^2\varphi}\frac{d}{dt}(AB\cos\theta_3)=o,\end{aligned}\right.$$

n posant pour simplifier et conformément à l'usage,

$$A^2=\frac{da}{dx}^2+\frac{da}{dy}^2+\frac{da}{dz}^2\qquad B^2=\frac{db}{dx}^2+\frac{db}{dy}^2+\frac{dc}{dy}^2$$

$$C^2=\frac{dc}{dx}^2+\frac{dc}{dy}^2+\frac{dc}{dz}^2$$

$$\frac{da}{dx}\frac{db}{dx}+\frac{da}{dy}\frac{db}{dy}+\frac{da}{dz}\frac{db}{dz}=AB\cos\theta_3\qquad \frac{db}{dx}\frac{dc}{dx}+\frac{db}{dy}\frac{dc}{dy}+\frac{db}{dz}\frac{dc}{dz}=BC\cos\theta_1$$

$$\frac{dc}{dx}\frac{da}{dx}+\frac{dc}{dy}\frac{da}{dy}+\frac{dc}{dz}\frac{da}{dz}=CA\cos\theta_2$$

et

$$\sin^2\varphi=1-\cos^2\theta_1-\cos^2\theta_2-\cos^2\theta_3+2\cos\theta_1\cos\theta_2\cos\theta_3$$

Dans tous les cas, on a les expressions suivantes à former

$$(47)\left\{\begin{aligned} &Lp+Mq+Nr=\Pi=\left(L\frac{dD}{da_1}+M\frac{dD}{da_2}+N\frac{dD}{da_3}\right)E_1\\ &+\left(L\frac{dD}{db_1}+M\frac{dD}{db_2}+N\frac{dD}{db_3}\right)E_2+\left(L\frac{dD}{dc_1}+M\frac{dD}{dc_2}+N\frac{dD}{dc_3}\right)E_3\end{aligned}\right.$$

et

$$(48)\left\{\begin{aligned} &L\frac{da}{dx}+M\frac{da}{dy}+N\frac{da}{dz}=\Lambda_1\qquad L\frac{db}{dx}+M\frac{db}{dy}+N\frac{db}{dz}=\Lambda_2\\ &L\frac{dc}{dx}+M\frac{dc}{dy}+N\frac{dc}{dz}=\Lambda_3\end{aligned}\right.$$

en faisant usage des expressions de L, M, N qu'on peut déduire des relations (18). Je me borne à écrire la première, parce qu'elles sont assez complexes et qu'on déduit facilement de la première les deux autres en opérant des permutations circulaires.

$$(49)\left\{\begin{aligned}
4L = 2\left(\frac{dr}{dy}-\frac{dq}{dz}\right) &= \left[\frac{d}{dx}(b\Delta^2 c - c\Delta^2 b) - \Delta^2\left(b\frac{dc}{dx} - c\frac{db}{dx}\right)\right]E_1\\
&+\left[\frac{d}{dx}(c\Delta^2 a - a\Delta^2 c) - \Delta^2\left(c\frac{da}{dx} - a\frac{dc}{dx}\right)\right]E_2\\
&+\left[\frac{d}{dx}(a\Delta^2 b - b\Delta^2 a) - \Delta^2\left(a\frac{db}{dx} - b\frac{da}{dx}\right)\right]E_3\\
&+2(b_1 cA\cos\theta_2 - c_1 AB\cos\theta_3)\frac{dE_1}{da} + 2(b_1 BC\cos\theta_1 - c_1 B^2)\frac{dE_1}{db}\\
&+2(b_1 C^2 - c_1 BC\cos\theta_1)\frac{dE_1}{dc}\\
&+2(c_1 A^2 - a_1 CA\cos\theta_2)\frac{dE_2}{da} + 2(c_1 AB\cos\theta_3 - a_1 BC\cos\theta_1)\frac{dE_2}{db}\\
&+2(c_1 CA\cos\theta_2 - a_1 C^2)\frac{dE_2}{dc}\\
&+2(a_1 AB\cos\theta_3 - b_1 A^2)\frac{dE_3}{da} + 2(a_1 B^2 - b_1 AB\cos\theta_3)\frac{dE_3}{db}\\
&+2(a_1 BC\cos\theta_1 - b_1 CA\cos\theta_2)\frac{dE_3}{dc}.
\end{aligned}\right.$$

Pour déduire de cette expression successivement celles de M et N, il suffit de substituer, sans autre modification, aux quotients différentiels par rapport à $x$ $(a_1, b_1, c_1)$, d'abord les quotients différentiels par rapport à $y$ : $(a_2, b_2, c_2)$, puis les quotients différentiels par rapport à $z$ : $(a_3, b_3, c_3)$.

Relativement à l'emploi de ces formules, il faut observer qu'elles sont moins complexes à l'usage qu'il ne le semble au premier abord, par suite des relations suivantes auxquelles on est conduit par analogie avec ce qui existe, quand on n'a qu'une seule des quantités E à faire entrer dans le calcul au lieu de trois :

$$\begin{aligned}
2Mr - 2Nq &= \left(2M\frac{dD}{da_3} - 2N\frac{dD}{da_2}\right)E_1 + \left(2M\frac{dD}{db_3} - 2N\frac{dD}{db_2}\right)E_2\\
&+\left(2M\frac{dD}{dc_3} - 2N\frac{dD}{dc_2}\right)E_3\\
&= (2A_3 b_1 - 2A_2 c_1)E_1 + (2A_1 c_1 - 2A_3 a_1)E_2 + (2A_2 a_1 - 2A_1 b_1)E_3\\
2Np - 2Lr &= \left(2N\frac{dD}{da_1} - 2L\frac{dD}{da_3}\right)E_1 + \left(2N\frac{dD}{db_1} - 2L\frac{dD}{db_3}\right)E_2\\
&+\left(2N\frac{dD}{dc_1} - 2L\frac{dD}{dc_3}\right)E_3
\end{aligned}$$

$$= (2\,\Lambda_3\, b_2 - 2\,\Lambda_2\, c_2)\,E_1 + (2\,\Lambda_1\, c_2 - 2\,\Lambda_3\, a_2)\,E_2 + (2\,\Lambda_2\, a_2 - 2\,\Lambda_1\, b_2)\,E_3$$

$$2Lq - 2Mp = \left(2L\frac{dD}{da_2} - 2M\frac{dD}{da_1}\right)E_1 + \left(2L\frac{dD}{db_2} - 2M\frac{dD}{db_1}\right)E_2 + \left(2L\frac{dD}{dc_2} - 2M\frac{dD}{dc_1}\right)E_3$$

$$= (2\,\Lambda_3\, b_3 - 2\,\Lambda_2\, c_3)\,E_1 + (2\,\Lambda_1\, c_3 - 2\,\Lambda_3\, a_3)\,E_2 + (2\,\Lambda_2\, a_3 - 2\,\Lambda_1\, b_3)\,E_3$$

En effet, il en résulte cette transformation des équations d'Euler et Navier

$$(50)\left\{\begin{aligned}
&\frac{dp}{dt} - \frac{h}{\rho}\Delta^2 p + 2(\Lambda_2 E_3 - \Lambda_3 E_2)\,a_1 + 2(\Lambda_3 E_1 - \Lambda_1 E_3)\,b_1 + 2(\Lambda_1 E_2 - \Lambda_2 E_1)\,c_1 = \frac{dk}{dx}\\
&\frac{dq}{dt} - \frac{h}{\rho}\Delta^2 q + 2(\Lambda_2 E_3 - \Lambda_3 E_2)\,a_2 + 2(\Lambda_3 E_1 - \Lambda_1 E_3)\,b_2 + 2(\Lambda_1 E_2 - \Lambda_2 E_1)\,c_2 = \frac{dk}{dy} \qquad k = W - \frac{V^2}{2} - \frac{\omega}{\rho} + (g+h)\theta\\
&\frac{dr}{dt} - \frac{h}{\rho}\Delta^2 r + 2(\Lambda_2 E_3 - \Lambda_3 E_2)\,a_3 + 2(\Lambda_3 E_1 - \Lambda_1 E_3)\,b_3 + 2(\Lambda_1 E_2 - \Lambda_2 E_1)\,c_3 = \frac{dh}{dz}
\end{aligned}\right.$$

d'où il résulte pour les équations d'intégrabilité :

$$(51)\left\{\begin{aligned}
&\frac{dL}{dt} - \frac{h}{\rho}\Delta^1 L + a_3\frac{d}{dy}(\Lambda_2 E_3 - \Lambda_3 E_2) + b_3\frac{d}{dy}(\Lambda_3 E_1 - \Lambda_1 E_3)\\
&\qquad + c_3\frac{d}{dy}(\Lambda_1 E_2 - \Lambda_2 E_1) - a_2\frac{d}{dz}(\Lambda_2 E_3 - \Lambda_3 E_2)\\
&\qquad - b_2\frac{d}{dz}(\Lambda_3 E_1 - \Lambda_1 E_3) - c_2\frac{d}{dz}(\Lambda_1 E_2 - \Lambda_2 E_1)\\
&\frac{dM}{dt} - \frac{h}{\rho}\Delta^2 M + a_1\frac{d}{dz}(\Lambda_2 E_3 - \Lambda_3 E_2) + b_1\frac{d}{dz}(\Lambda_3 E_1 - \Lambda_1 E_3)\\
&\qquad + c_1\frac{d}{dz}(\Lambda_1 E_2 - \Lambda_2 E_1) - a_3\frac{d}{dx}(\Lambda_2 E_3 - \Lambda_3 E_2)\\
&\qquad - b_3\frac{d}{dx}(\Lambda_3 E_1 - \Lambda_1 E_3) - c_3\frac{d}{dx}(\Lambda_1 E_2 - \Lambda_2 E_1)\\
&\frac{dN}{dt} - \frac{h}{\rho}\Delta^2 N + a_2\frac{d}{dx}(\Lambda_2 E_3 - \Lambda_3 E_2) + b_2\frac{d}{dx}(\Lambda_3 E_1 - \Lambda_1 E_3)\\
&\qquad + c_2\frac{d}{dx}(\Lambda_1 E_2 - \Lambda_2 E_1) - a_1\frac{d}{dy}(\Lambda_2 E_3 - \Lambda_3 E_2)\\
&\qquad - b_1\frac{d}{dy}(\Lambda_3 E_1 - \Lambda_1 E_3 - c_1\frac{d}{dy}(\Lambda_1 E_2 - \Lambda_2 E_1).
\end{aligned}\right.$$

On déduit de ces dernières

$$
(52)\left\{
\begin{aligned}
&\frac{da}{dx}\left(\frac{dL}{dt}-\frac{h}{\rho}\Delta^2 L\right)+\frac{da}{dy}\left(\frac{dM}{dt}-\frac{h}{\rho}\Delta^2 M\right)+\frac{da}{dz}\left(\frac{dN}{dt}-\frac{h}{\rho}\Delta^2 N\right)\\
&\quad=\frac{dD}{dc_1}\frac{d}{dx}(\Lambda_3 E_1-\Lambda_1 E_3)+\frac{dD}{dc_2}\frac{d}{dy}(\Lambda_3 E_1-\Lambda_1 E_3)\\
&\quad+\frac{dD}{dc_3}\frac{d}{dz}(\Lambda_3 E_1-\Lambda_1 E_3)-\frac{dD}{db_1}\frac{d}{dx}(\Lambda_1 E_2-\Lambda_2 E_1)\\
&\quad-\frac{dD}{db_2}\frac{d}{dy}(\Lambda_1 E_2-\Lambda_2 E_1)-\frac{dD}{db_3}\frac{d}{dz}(\Lambda_1 E_2-\Lambda_2 E_1)\\
&\frac{db}{dx}\left(\frac{dL}{dt}-\frac{h}{\rho}\Delta^2 L\right)+\frac{db}{dy}\left(\frac{dM}{dt}-\frac{h}{\rho}\Delta^2 M\right)+\frac{db}{dz}\left(\frac{dN}{dt}-\frac{h}{\rho}\Delta^2 N\right)\\
&\quad=\frac{dD}{da_1}\frac{d}{dx}(\Lambda_1 E_2-\Lambda_2 E_1)+\frac{dD}{da_2}\frac{d}{dy}(\Lambda_1 E_2-\Lambda_2 E_1)\\
&\quad+\frac{dD}{da_3}\frac{d}{dz}(\Lambda_1 E_2-\Lambda_2 E_1)-\frac{dD}{dc_1}\frac{d}{dx}(\Lambda_2 E_3-\Lambda_3 E_2)\\
&\quad-\frac{dD}{dc_2}\frac{d}{dy}(\Lambda_2 E_3-\Lambda_3 E_2)-\frac{dD}{dc_3}\frac{d}{dz}(\Lambda_2 E_3-\Lambda_3 E_2)\\
&\frac{dc}{dx}\left(\frac{dL}{dt}-\frac{h}{\rho}\Delta^2 L\right)+\frac{dc}{dy}\left(\frac{dM}{dt}-\frac{h}{\rho}\Delta^2 M\right)+\frac{dc}{dz}\left(\frac{dN}{dt}-\frac{h}{\rho}\Delta^2 N\right)\\
&\quad=\frac{dD}{db_1}\frac{d}{dx}(\Lambda_2 E_3-\Lambda_3 E_2)+\frac{dD}{db_2}\frac{d}{dy}(\Lambda_2 E_3-\Lambda_3 E_2)\\
&\quad+\frac{dD}{db_3}\frac{d}{dz}(\Lambda_2 E_3-\Lambda_3 E_2)-\frac{dD}{da_1}\frac{d}{dx}(\Lambda_3 E_1-\Lambda_1 E_3)\\
&\quad-\frac{dD}{da_2}\frac{d}{dy}(\Lambda_3 E_1-\Lambda_1 E_3)-\frac{dD}{da_3}\frac{d}{dz}(\Lambda_3 E_1-\Lambda_1 E_3).
\end{aligned}
\right.
$$

Il faut remplacer, dans ces différentes formules, les fonctions E par leurs expressions déduites des équations (19); d'où il résulte

$$
(53)\left\{
\begin{aligned}
\Lambda_2 E_3-\Lambda_3 E_2&=\frac{1}{D}\left(\Lambda_3\frac{db}{dt}-\Lambda_2\frac{dc}{dt}\right)\\
\Lambda_3 E_1-\Lambda_1 E_3&=\frac{1}{D}\left(\Lambda_1\frac{dc}{dt}-\Lambda_3\frac{da}{dt}\right)\\
\Lambda_1 E^{2}-\Lambda_2 E_1&=\frac{1}{D}\left(\Lambda_2\frac{da}{dt}-\Lambda_1\frac{db}{dt}\right)
\end{aligned}
\right.
$$

Dans ces expressions, le dénominateur commun D est une fonction à coefficients constants des quantités $a$, $b$, $c$, mais rien ne dit qu'il en soit ainsi des trois numérateurs

$$
\Lambda_3\frac{db}{dt}-\Lambda_2\frac{dc}{dt},\qquad \Lambda_1\frac{dc}{dt}-\Lambda_3\frac{da}{dt},\qquad \Lambda_2\frac{da}{dt}-\Lambda_1\frac{db}{dt}.
$$

Néanmoins on peut toujours les exprimer en fonction de ces mêmes quantités et du temps $t$; car il n'y a qu'à y remplacer partout $x, y, z$, par leurs expressions en $a$, $b$, $c$, sans s'occuper de $t$. Par suite, on peut substituer aux relations (52) les suivantes :

$$
(54)\left\{\begin{aligned}
&\frac{da}{dx}\left(\frac{d\mathrm{L}}{dt}-\frac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{L}\right)+\frac{da}{dy}\left(\frac{d\mathrm{M}}{dt}-\frac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{M}\right)+\frac{da}{dz}\left(\frac{d\mathrm{N}}{dt}-\frac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{N}\right)\\
&\qquad=\mathrm{D}\left[\frac{d}{dc}(\mathrm{A}_3\,\mathrm{E}_1-\mathrm{A}_1\,\mathrm{E}_3)-\frac{d}{db}(\mathrm{A}_1\,\mathrm{E}_2-\mathrm{A}_2\,\mathrm{E}_1)\right]\\
&\frac{db}{dx}\left(\frac{d\mathrm{L}}{dt}-\frac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{L}\right)+\frac{dy}{db}\left(\frac{d\mathrm{M}}{dt}-\frac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{M}\right)+\frac{db}{dz}\left(\frac{d\mathrm{N}}{dt}-\frac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{N}\right)\\
&\qquad=\mathrm{D}\left[\frac{d}{da}(\mathrm{A}_1\,\mathrm{E}_2-\mathrm{A}_2\,\mathrm{E}_1)-\frac{d}{dc}(\mathrm{A}_2\,\mathrm{E}_3-\mathrm{A}_3\,\mathrm{E}_2)\right]\\
&\frac{dc}{dx}\left(\frac{d\mathrm{L}}{dt}-\frac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{L}\right)+\frac{dc}{dy}\left(\frac{d\mathrm{M}}{dt}-\frac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{M}\right)+\frac{dc}{dz}\left(\frac{d\mathrm{M}}{dt}-\frac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{N}\right)\\
&\qquad=\mathrm{D}\left[\frac{d}{db}(\mathrm{A}_2\,\mathrm{E}_3-\mathrm{A}_3\,\mathrm{E}_2)-\frac{d}{da}(\mathrm{A}_3\,\mathrm{E}_1-\mathrm{A}_1\,\mathrm{E}_3)\right].
\end{aligned}\right.
$$

A ces formules, qui sont relatives aux équations d'intégrabilité, on peut ajouter les suivantes qui se déduisent des équations (50)

$$
(55)\left\{\begin{aligned}
&\frac{dx}{da}\left(\frac{dp}{dt}-\frac{h}{\rho}\Delta^2 p\right)+\frac{dy}{da}\left(\frac{dq}{dt}-\frac{h}{\rho}\Delta^2 q\right)+\frac{dz}{da}\left(\frac{dr}{dt}-\frac{h}{\rho}\Delta^2 r\right)\\
&\qquad+2(\mathrm{A}_2\,\mathrm{E}_3-\mathrm{A}_3\,\mathrm{E}_2)=\frac{dk}{da}\\
&\frac{dx}{db}\left(\frac{dp}{dt}-\frac{h}{\rho}\Delta^2 p\right)+\frac{dy}{db}\left(\frac{dq}{dt}-\frac{h}{\rho}\Delta^2 q\right)+\frac{dz}{db}\left(\frac{dr}{dt}-\frac{h}{\rho}\Delta^2 r\right)\\
&+2(\mathrm{A}_3\,\mathrm{E}_1-\mathrm{A}_1\,\mathrm{E}_3)=\frac{dk}{db}\qquad k=\mathrm{W}-\frac{\mathrm{V}^2}{2}-\frac{\varpi}{\rho}+(g+h)\,\theta\\
&\frac{dx}{dc}\left(\frac{dp}{dt}-\frac{h}{\rho}\Delta^2 p\right)+\frac{dy}{dc}\left(\frac{dq}{dt}-\frac{h}{\rho}\Delta^2 q\right)+\frac{dz}{dc}\left(\frac{dr}{dt}-\frac{h}{\rho}\Delta^2 r\right)\\
&\qquad+2(\mathrm{A}_1\,\mathrm{E}_2-\mathrm{A}_2\,\mathrm{E}_1)=\frac{dk}{dc}.
\end{aligned}\right.
$$

en faisant entrer, d'après M. Boussinesq, dans l'expression de $k$ un terme qui dépend de $\theta=\frac{dp}{dx}+\frac{dq}{dy}+\frac{dr}{dz}$ et des constantes $g$ et $h$ relatives à la nature du fluide, parce qu'il s'agit ici aussi bien des fluides aériformes que des liquides.

Lorsqu'on se restreint au cas des liquides et qu'on fait abstraction

de la viscosité; les équations (55) doivent se réduire à celles de Lagrange, que Kirchhoff présente ainsi après les avoir généralisées.

$$(56)\quad \begin{cases} \dfrac{dx}{da}\dfrac{\delta p}{\delta t}+\dfrac{dy}{da}\dfrac{\delta q}{\delta t}+\dfrac{dz}{da}\dfrac{\delta r}{\delta t}-\dfrac{dW}{da}+\dfrac{d}{da}\dfrac{\omega}{\rho}=o \\ \dfrac{dx}{db}\dfrac{\delta p}{\delta t}+\dfrac{dy}{db}\dfrac{\delta q}{\delta t}+\dfrac{dz}{db}\dfrac{\delta r}{\delta t}-\dfrac{dW}{db}+\dfrac{d}{db}\dfrac{\omega}{\rho}=o \\ \dfrac{dx}{dc}\dfrac{\delta p}{\delta t}+\dfrac{dy}{dc}\dfrac{\delta q}{\delta t}+\dfrac{dz}{dc}\dfrac{\delta r}{\delta t}-\dfrac{dW}{dc}+\dfrac{d}{dc}\dfrac{\omega}{\rho}=o \end{cases}$$

Ici j'ai employé $\delta$ pour indiquer la différentiation totale des quantités $p$, $q$, $r$, par rapport à $t$ et il faudra pour l'accord indiqué des formules que l'on ait

$$\left(p\frac{dp}{dx}+q\frac{dp}{dy}+r\frac{dp}{dz}\right)\frac{dx}{da}+\left(p\frac{dq}{dx}+q\frac{dq}{dy}+r\frac{dq}{dz}\right)\frac{dy}{da}$$
$$+\left(p\frac{dr}{dx}+q\frac{dr}{dy}+r\frac{dr}{dz}\right)\frac{dz}{da}=V\frac{dV}{da}+2(\Lambda_2E_3-\Lambda_3E_2)$$

$$\left(p\frac{dp}{dx}+q\frac{dp}{dy}+r\frac{dp}{dz}\right)\frac{dx}{db}+\left(p\frac{dq}{dx}+q\frac{dq}{dy}+r\frac{dq}{dz}\right)\frac{dy}{db}$$
$$+\left(p\frac{dr}{dx}+q\frac{dr}{dy}+r\frac{dr}{dz}\right)\frac{dz}{db}=V\frac{dV}{db}+2(\Lambda_3E_1-\Lambda_1E_3)$$

$$\left(p\frac{dp}{dx}+q\frac{dp}{dy}+r\frac{dp}{dz}\right)\frac{dx}{dc}+\left(p\frac{dq}{dx}+q\frac{dq}{dy}+r\frac{dq}{dz}\right)\frac{dy}{dc}$$
$$+\left(p\frac{dr}{dx}+q\frac{dr}{dy}+r\frac{dr}{dz}\right)\frac{dz}{dc}=V\frac{dV}{dc}+2(\Lambda_1E_2-\Lambda_2E_1).$$

Ainsi qu'il en soit, si on fait la somme des équations (56) après les avoir multipliées respectivement par $\frac{da}{dt}$, $\frac{db}{dt}$, $\frac{dc}{dt}$, il en résulte

$$(57)\quad \begin{cases} \left(\dfrac{dx}{da}\dfrac{da}{dt}+\dfrac{dx}{db}\dfrac{db}{dt}+\dfrac{dx}{dc}\dfrac{dc}{dt}\right)\dfrac{\delta p}{\delta t}+\left(\dfrac{dy}{da}\dfrac{da}{dt}+\dfrac{dy}{db}\dfrac{db}{dt}+\dfrac{dy}{dc}\dfrac{dc}{dt}\right)\dfrac{\delta q}{\delta t} \\ \quad+\left(\dfrac{dz}{da}\dfrac{da}{dt}+\dfrac{dz}{db}\dfrac{db}{dt}+\dfrac{dz}{dc}\dfrac{dc}{dt}\right)\dfrac{\delta r}{\delta t}+\dfrac{da}{dt}\dfrac{d}{da}\dfrac{\omega}{\rho}+\dfrac{db}{dt}\dfrac{d}{db}\dfrac{\omega}{\rho} \\ \quad\quad+\dfrac{dc}{dt}\dfrac{d}{dc}\dfrac{\omega}{\rho}-\dfrac{dW}{da}\dfrac{da}{dt}-\dfrac{dW}{db}\dfrac{db}{dt}-\dfrac{dW}{dc}\dfrac{dc}{dt}=o. \end{cases}$$

Si on pouvait, conformément aux expressions (18) des composantes de vitesse, poser pour

$$p=-\frac{dx}{da}\frac{da}{dt}-\frac{dx}{db}\frac{db}{dt}-\frac{dx}{dc}\frac{dc}{dt}\qquad q=-\frac{dy}{da}\frac{da}{dt}-\frac{dy}{db}\frac{db}{dt}-\frac{dy}{dc}\frac{dc}{dt}$$
$$r=-\frac{dz}{da}\frac{da}{dt}-\frac{dz}{db}\frac{db}{dt}-\frac{dz}{dc}\frac{dc}{dt}$$

l'équation (57) se réduirait à

$$-p\frac{\delta p}{\delta t}-q\frac{\delta q}{\delta t}-r\frac{dr}{dt}+\left(\frac{d}{da}\frac{da}{dt}+\frac{d}{db}\frac{db}{dt}+\frac{d}{dc}\frac{dc}{dt}\right)\frac{\omega}{\rho}$$
$$-\left(\frac{d}{da}\frac{da}{dt}+\frac{d}{db}\frac{db}{dt}+\frac{d}{dc}\frac{dc}{dt}\right)\mathrm{W}=o$$

D'autre part, si on opère de même sur les équations (55) après y avoir supprimé tous les termes qui dépendent de la viscosité, on obtient par suite des relations (53)

$$(58)\qquad p\frac{dp}{dt}+q\frac{dq}{dt}+r\frac{dr}{dt}=\frac{dk}{da}\frac{da}{dt}+\frac{dk}{db}\frac{db}{dt}+\frac{dk}{dc}\frac{dc}{dt}$$

Le résultat de ces opérations est, comme il a été dit au n° 3, d'une exactitude douteuse, parce qu'elles s'effectuent avec des valeurs imparfaitement déterminées de $a$, $b$, $c$. Néanmoins on peut observer que l'on satisfait simultanément aux équations dont il s'agit en supposant que l'on ait

$$(58)\qquad \frac{\omega}{\rho}-\mathrm{W}=f(a,b,c)\qquad\qquad \frac{\mathrm{V}^2}{2}=f^2(a,b,c)$$

avec des coefficients indépendants du temps. S'il était possible de démontrer rigoureusement l'exactitude de ces formules, on aurait deux théorèmes généraux d'une grande importance pour les fluides sans viscosité. Je crois donc pouvoir les signaler à l'attention pour qu'on essaie de les vérifier tout au moins dans des cas particuliers. Je ferai observer encore que les équations (56) ont été intégrées par Cauchy et après lui par Kirchhoff qui en a présenté ainsi les intégrales

$$2\,\mathrm{L}+\mathrm{D}\left(\mathrm{A}'\frac{dx}{da}+\mathrm{B}'\frac{dx}{db}+\mathrm{C}'\frac{dx}{dc}\right)=o$$
$$2\,\mathrm{M}+\mathrm{D}\left(\mathrm{A}'\frac{dy}{da}+\mathrm{B}'\frac{dy}{db}+\mathrm{C}'\frac{dy}{dc}\right)=o$$
$$2\,\mathrm{N}+\mathrm{D}\left(\mathrm{A}'\frac{dz}{da}+\mathrm{B}'\frac{dz}{db}+\mathrm{C}'\frac{dz}{dc}\right)=o$$

On en déduit

$$2\,\Lambda_1+\mathrm{A}'\mathrm{D}=o\qquad 2\,\Lambda_2+\mathrm{B}'\mathrm{D}=o\qquad 2\,\Lambda_3+\mathrm{C}'\mathrm{D}=o.$$

Comme ces équations sont indépendantes de W et de $\frac{\omega}{\rho}$, ce sont de véritables équations d'intégrabilité et il suffit d'y satisfaire pour

être assuré que la quadrature nécessaire pour obtenir l'expression de $\frac{\omega}{\rho}$ pourra s'effectuer.

Revenant au cas général, si l'on a

$$\frac{dp}{dt} - \frac{h}{\rho}\Delta^2 p = o \qquad \frac{dq}{dt} - \frac{h}{\rho}\Delta^2 q = o \qquad \frac{dr}{dt} - \frac{h}{\rho}\Delta^2 q = o$$

il vient pour la détermination de k

$$k = 2\int (\Lambda_2 E_3 - \Lambda_3 E_2)\, da + (\Lambda_3 E_1 - \Lambda_1 E_3)\, db + (\Lambda_1 E_2 - \Lambda_2 E_1)\, dc$$

formule plus généralement intégrable si l'on a

$$\frac{dL}{dt} - \Delta^2 L = o \qquad \frac{dM}{dt} - \Delta^2 M = o \qquad \frac{dN}{dt} - \Delta^2 N = o$$

Je me suis jusqu'ici exclusivement occupé de la méthode d'intégration basée sur l'emploi des vélocites ; quant à celle qui procède d'une connaissance plus ou moins complète des vorticites, je ferai observer qu'il est possible d'opérer comme on l'a fait pour les composantes de la vitesse, c'est-à-dire de poser :

$$(59) \qquad \frac{dx}{L} = \frac{dy}{M} = \frac{dz}{N} = dt$$

et en déduire pour les composantes de la rotation élémentaire des expressions analogues à celles qui ont été données pour les composantes de la vitesse. Mais ici la question de continuité n'est pas en jeu et L, M, N ne sont assujetties qu'à vérifier l'équation

$$(60) \qquad \frac{dL}{dx} + \frac{dM}{dy} + \frac{dN}{dz} = o.$$

Il faudrait donc restreindre la généralité des formules ainsi posées de manière à ce qu'elles vérifient la condition analogue à celle qui est donnée par la première des relations (45) ; cette complexité ne paraît pas nécessaire et on pourra se contenter d'employer, comme on l'a fait jusqu'ici, deux vorticites $\zeta$, $\eta$ et une troisième coordonnée curviligne $\zeta$ généralement arbitraire, mais pour laquelle il peut y avoir avantage à prendre l'intégrale de l'équation différentielle à trois variables (8).

9. — Pour donner une application simple, soit :

$$(61)\left\{\begin{aligned} p &= A'y^2 + 2Byz + A''z^2 + 2C'y + 2C''z + D \\ 2L &= \frac{dz}{dy} - \frac{dq}{dz} = 2(B'' - B')x + 2A'y - 2A''z + 2(C' - C'') \\ q &= A''z^2 + 2B'zx + Ax^2 + 2C''z + 2Cx + D' \\ 2M &= \frac{dp}{dz} - \frac{dz}{dx} = -2Ax + 2(B - B'')y + 2A''z + 2(C'' - C) \\ r &= Ax^2 + 2B''xy + A'y^2 + 2Cx + 2C'y + D'' \\ 2N &= \frac{dq}{dx} - \frac{dp}{dy} = 2Ax - 2A'y + 2(B' - B)r + 2(C - C') \end{aligned}\right.$$

Il ne peut s'agir ici que d'un liquide, puisque les composantes de la vitesse vérifient l'équation (44) d'incompressibilité et il faut que ces composantes et celles de la rotation élémentaire satisfassent aux équations d'intégrabilité :

$$(62)\left\{\begin{aligned} &\frac{dL}{dt} - \frac{h}{\rho}\Delta^2 L + 2\frac{dL}{dx}p + \left(\frac{dM}{dx} + \frac{dL}{dy}\right)q + \left(\frac{dL}{dz} + \frac{dN}{dx}\right)r = \frac{d\Pi}{dx} \\ &\frac{dM}{dt} - \frac{h}{\rho}\Delta^2 M + \left(\frac{dM}{dx} + \frac{dL}{dy}\right)p + 2\frac{dM}{dy}q + \left(\frac{dN}{dy} + \frac{dM}{dz}\right)r + \frac{d\Pi}{dy} \\ &\qquad \Pi = Lp + Mq + Nr \\ &\frac{dN}{dt} - \frac{h}{\rho}\Delta^2 N + \left(\frac{dL}{dz} + \frac{dN}{dx}\right)p + \left(\frac{dN}{dy} + \frac{dM}{dz}\right)q + 2\frac{dN}{dz}r = \frac{d\Pi}{dz} \end{aligned}\right.$$

On a pour cela

$$2\frac{dL}{dx} = 2(B'' - B'),\ 2\frac{dM}{dy} = 2(B - B''),\ 2\frac{dN}{dz} = 2(B' - B)$$

$$\frac{dM}{dx} + \frac{dL}{dy} = A' - A,\ \frac{dN}{dy} + \frac{dM}{dz} = A'' - A',\ \frac{dL}{dz} + \frac{dN}{dx} = A - A''$$

et

$$\frac{d\Pi}{dx} = (A'y^2 - A''z^2)(A - B' - B'') + 2A[(B'' + B - A')xy + (A'' - B - B')zx] + \ldots..$$

$$\frac{d\Pi}{dy} = (A''z^2 - Ax^2)(A' - B'' - B) + 2A'[(B + B' - A'')yz + (A - B' - B'')xy] + \ldots..$$

$$\frac{d\Pi}{dz} = (Ax^2 - A'y^2)(A'' - B - B') + 2A''[(B' + B'' - A)zx + (A' - B'' - B)yz] + \ldots..$$

en se bornant à écrire les termes du second degré en $x, y, z$. Comme ces termes doivent s'annuler séparément dans les équations (61), il en résulte :

$$A(A'-A'')=o \quad A'(3B''-B'-A'')=o \quad A''(A'+B''-3B')=o$$
$$B(B''-B')=o \quad AB+A'B'-AA''=o \quad A''B''+AB=A''A'=o$$

et les douze relations analogues qu'on obtiendrait en effectuant les opérations circulaires. Je suppose qu'aucune des quantités A, B ne soit nulle ; il faudra donc, pour vérifier toutes ces égalités, que l'on ait

$$A=A'=A'' \qquad B=B'=B'' \qquad A=2B.$$

Par suite les équations d'intégrabilité deviendront

$$\frac{dA}{dt}y-\frac{dA}{dt}z+\frac{d}{dt}(C'-C'')=2A(C''-C')x+2C(C''-C')+A(D''+D')$$
$$\frac{dA}{dt}z-\frac{dA}{dt}x+\frac{d}{dt}(C''-C)=2A'(C-C'')y+2C'(C-C'')+A'(D-D'')$$
$$\frac{dA}{dt}x-\frac{dA}{dt}y+\frac{d}{dt}(C-C')=2A''(C'-C)z+2C''(C'-C)+A''(D'-D)$$

et il en résulte

$$C=C'=C'' \qquad D=D'=D'' \qquad \frac{dA}{dt}=o$$

D'après cela les équations (61) se réduisent à

$$(63)\left\{\begin{aligned} p&=A(y^2+yz+z^2)+2C(y+z)+D & L&=A(y-z)\\ q&=A(z^2+zx+x^2)+2C(z+x)+D & M&=A(z-x)\\ r&=A(x^2+xy+y^2)+2C(x+y)+D & N&=A(x-y)\end{aligned}\right.$$

et il en résulte

$$(64)\qquad Lp+Mq+Nr=\Pi=o$$

Dans ces conditions le mouvement est orthogonié, stationnaire, et on peut lui appliquer la méthode du n° 6, soit d'abord pour déterminer $\beta$ et $\gamma$ les équations différentielles simultanées

$$(65)\left\{\begin{aligned} &\frac{dx}{A(y^2+yz+z^2)+2C(y+z)+D}\\ &=\frac{dy}{A(z^2+zx+x^2)+2C(z+x)+D}\\ &=\frac{dz}{A(x^2+xy+y^2)+2C(x+y)+D}=dt\end{aligned}\right.$$

On en obtient une première intégrale en observant qu'à raison de l'identité $\Pi = o$ et en multipliant respectivement les deux termes de chacun des trois rapports respectivement par $y - z$, $z - x$, $x - y$ et faisant la somme des produits, il vient

$$(66) \qquad (y - z)\,dx + (z - x)\,dy + (x - y)\,dz = o,$$

équation qui peut remplacer l'une des équations (65); elle est intégrable et on en déduit

$$(67) \qquad \beta = \frac{y - z}{x - z}$$

Pour avoir une seconde intégrale, il faut d'abord éliminer $z$ de celle des deux premières équations différentielles (65) où n'entre pas sa différentielle.. On a pour cela

$$z = \frac{y - \beta x}{1 - \beta} \quad y + z = \frac{-\beta x + (2 - \beta) y}{1 - \beta} \quad z + x = \frac{(1 - 2\beta)x + y}{1 - \beta}$$

$$y^2 + yz + z^2 = \frac{\beta^2 x^2 + (\beta^2 - 3\beta)xy + (\beta^2 - 3\beta + 3)y^2}{(1 - \beta)2}$$

$$z^2 + zx + x^2 = \frac{(3\beta^2 - 3\beta + 1)x^2 + (1 - 3\beta)xy + y^2}{(1 - \beta)2}$$

et il vient pour l'équation à intégrer

$$\frac{dx}{A[\beta^2x^2+(\beta^2-3\beta)xy+(\beta^2-3\beta+3)y^2]+2C(1-\beta)[2y-\beta(x+y)]+D(1-\beta)^2}$$
$$=\frac{dy}{A[(3\beta^2-3\beta+1)x^2+(1-3\beta)xy+y^2]+2C(1-\beta)[(1-2\beta)x+y]+D(1-\beta)^2}$$

Si pour simplifier on pose

$$X = A(y^2 + yz + z^2) + 2C(y + z) + D$$
$$Y = A(z^2 + zx + x^2) + 2C(z + x) + D$$
$$Z = A(x^2 + xy + y^2) + 2C(x + y) + D,$$

le dernier multiplicateur $\mu$ de l'équation différentielle (68) aura pour expression, d'après le théorème de Jacobi,

$$\mu = \frac{M}{\frac{d\beta}{dz}},$$

en désignant par M un facteur commun tel que l'on ait identiquement,

$$\frac{d\,(MX)}{dx} + \frac{d\,(MY)}{dy} + \frac{d\,(MZ)}{dz} = o$$

(Boole, *Équations différentielles*, ch. XXXI).

Or ici cette dernière relation se réduit à

$$X \frac{dM}{dx} + Y \frac{dM}{dy} + Z \frac{dM}{dz}$$

et on peut poser $M = \beta = \frac{y - z}{x - z}$, puisqu'on a

$$p \frac{d\beta}{dx} + q \frac{d\beta}{dy} + z \frac{d\beta}{dz} = o;$$

par suite il vient

$$(69) \qquad \mu = \frac{\beta}{\frac{d\beta}{dz}} = \frac{\beta}{(\beta - 1)} (x - z) = \frac{\beta}{(\beta - 1)^2} (x - y).$$

On peut prendre $x - y$ pour le dernier multiplicateur et de son emploi ; il résulte

$$(70) \left\{ \begin{aligned} &[A (3\beta^2 - 3\beta + 1) x^3 - 3A \beta^2 x^2 y + 3A \beta x y^2 - A y^3 \\ &+ 2C (1 - \beta) (1 - 2\beta) x^2 + 4C (1 - \beta) \beta xy - 2C (1 - \beta) y^2 \\ &+ D (1 - \beta)^2 (x - y)] \, dx \\ &+ [A (\beta^2 - 3\beta + 3) y^3 - 3A xy^2 + 3A \beta x^2 y - A\beta^2 x^3 \\ &+ 2C (1 - \beta) (2 - \beta) y^2 - 4C (1 - \beta) xy + 2C (1 - \beta) \beta x^2 \\ &+ D (1 - \beta)^2 (y - x)] \, dy = o \end{aligned} \right.$$

pour l'équation à intégrer. Intégrant on obtient

$$(71) \left\{ \begin{aligned} \gamma = {} & (3\beta^2 - 3\beta + 1) \frac{x^4}{4} + A (\beta^2 - 3\beta + 3) \frac{y^4}{4} - A\beta^2 x^3 y \\ & - A y^3 x + 3A\beta \frac{x^2 y^2}{2} \\ & + 2C (1 - \beta) (1 - 2\beta) \frac{x^3}{3} + 2C (1 - \beta) (2 - \beta) \frac{y^3}{3} \\ & + 2C (1 - \beta) \beta x^2 y - 2C (1 - \beta) y^2 x \\ & + D (1 - \beta)^2 \frac{x^2}{2} + D (1 - \beta)^2 \frac{y^2}{2} - D (1 - \beta)^2 xy + \varphi (\beta), \end{aligned} \right.$$

en désignant par $\varphi$ une fonction arbitraire.

10. — Il faut encore intégrer l'équation différentielle :

$$(72) \qquad pdx + qdy + rdz = o$$

qui dans le cas actuel est intégrable. Pour cela, j'observe d'abord que l'équation différentielle

$$(y^2 + yz + z^2) \, dx + (z^2 + zx + x^2) \, dy + (x^2 + xy + y^2) \, dz = o$$

a pour intégrale

$$\varepsilon = \frac{xy + yz + zx}{x + y + z}.$$

(*Calcul intégral* de Lacroix, chap. IV, n° 705). Soit ensuite pour abréger

$$x + y + z = \xi \qquad xy + yz + zx = \zeta \qquad x^2 + y^2 + z^2 = 2\eta;$$

on pourra mettre l'équation (72) sous la forme :

$$\begin{gathered} A[(y^2 + yz + z^2)\,dx + (z^2 + zx + x^2)\,dy + (x^2 + xy + y^2)\,dz] \\ + 2C\,\xi\,d\xi - 2C\,d\eta + D d\zeta = o \end{gathered}$$

et comme on a

$$d\varepsilon = \frac{(y^2 + yz + z^2)\,dx + (z^2 + zx + x^2)\,dy\,(x^2 + xy + y^2\,dz}{(x + y + z)^2},$$

il vient

$$A\xi^2\,d\varepsilon + (2C\xi + D)\,d\xi - 2C\,d\eta = o.$$

On peut réduire cette équation différentielle à ne contenir que deux variables, en ayant égard aux relations

$$\xi^2 = 2\eta + 2\zeta \qquad \varepsilon = \frac{\zeta}{\xi};$$

car il en résulte

$$\xi d\xi = d\eta + d\zeta \qquad d\varepsilon = \frac{\xi d\zeta - \zeta d\xi}{\xi^2}$$

et par suite l'équation différentielle à deux variables

(73) $$(A\xi + 2C)d\zeta - (A\zeta - D)d\xi = o$$

qui a pour intégrale

(74) $$\alpha = \frac{A\zeta - D}{A\xi + 2C} = \frac{A(xy + yz + zx) - D}{A(x + y + z) + 2C}.$$

En effet, il vient

$$\frac{d\alpha}{dx} = A\,\frac{A(y^2 + yz + z^2) + 2C\,(y + z) + D}{(A\xi + 2C)^2}$$

$$\frac{d\alpha}{dy} = A\,\frac{A(z^2 + zx + x^2) + 2C\,(z + x) + D}{(A\xi + 2C)^2}$$

$$\frac{d\alpha}{dz} + A\,\frac{A(x^2 + xy + y^2) + 2C\,(x + y) + D}{(A\xi + 2C)^2}$$

ce qui montre que l'équation différentielle (72) a pour facteur d'intégration

$$\frac{A}{[A(x+y+z)+2C]^2}.$$

11. — Pour compléter la solution du problème, il faut encore qu'on puisse donner aux composantes de la vitesse les expressions

$$(75)\quad \left\{\begin{aligned} p &= \frac{db}{dy}\frac{dc}{dz} - \frac{db}{dz}\frac{dc}{dy} = e\frac{d\alpha}{dx} \qquad q = \frac{db}{dz}\frac{dc}{dx} - \frac{db}{dx}\frac{dc}{dz} = e\frac{d\alpha}{dy} \\ r &= \frac{db}{dx}\frac{dc}{dy} - \frac{db}{dy}\frac{dc}{dx} = e\frac{d\alpha}{dz}, \end{aligned}\right.$$

en faisant $b = \beta$ et déterminant $c$ par la relation $c = f(\gamma)$, où $f$ désigne une fonction à déterminer. Dans cette hypothèse, les équations (75) deviennent

$$p = \left(\frac{d\beta}{dy}\frac{d\gamma}{dz} - \frac{d\beta}{dz}\frac{d\gamma}{dy}\right)\frac{dc}{d\gamma} \qquad q = \left(\frac{d\beta}{dz}\frac{d\gamma}{dx} - \frac{d\beta}{dx}\frac{d\gamma}{dz}\right)\frac{dc}{d\gamma}$$
$$r = \left(\frac{d\beta}{dx}\frac{d\gamma}{dy} - \frac{d\beta}{dy}\frac{d\gamma}{dx}\right)\frac{dc}{d\gamma}$$

Il suffit d'une seule de ces expressions pour déterminer C et dans ce but je prendrai l'expression de $r$. Pour abréger, je pose

$$(76)\quad \left\{\begin{aligned} X &= A(3\beta^2 - 3\beta + 1)x^3 - 3A\beta^2x^2y + 3A\beta xy^2 - Ay^3 \\ &+ 2C(1-\beta)(1-2\beta)x^2 + LC(\beta - \beta^2)xy - 2C(1-\beta)y^2 \\ &\qquad + D(1-\beta)^2(x-y) \\ Y &= A(\beta^2 - 3\beta + 3)y^3 - 3Axy^2 + 3A\beta x^2y - A\beta^2x^3 \\ &+ 2C(1-\beta)(2-\beta)y^2 - LC(1-\beta)xy + 2C(1-\beta)x^2 \\ &\qquad + D(1-\beta)^2(y-x) \end{aligned}\right.$$

On a d'après l'expression (71) de $\gamma$

$$(77)\quad \left\{\begin{aligned} \frac{dy}{dx} &= \frac{d\gamma}{dx} + \frac{d\gamma}{d\beta}\frac{d\beta}{dx} = X + \frac{\beta}{x-z}\frac{d\gamma}{d\beta} \\ \frac{d\gamma}{dy} &= \frac{d\gamma}{dy} + \frac{d\gamma}{d\beta}\frac{d\beta}{dy} = Y + \frac{1}{x-z}\frac{d\gamma}{d\beta} \\ \frac{d\gamma}{dz} &= \frac{d\gamma}{d\beta}\frac{d\beta}{dz} = \frac{\beta-1}{x-z}\frac{d\gamma}{d\beta}, \end{aligned}\right.$$

d'où il résulte

$$(78)\quad \left\{\begin{aligned} r &= \left(\frac{d\beta}{dx}Y + \frac{\frac{d\beta}{dx}}{x-z}\frac{d\gamma}{d\beta} - \frac{d\beta}{dy}X + \frac{\beta\frac{d\beta}{dy}}{x-z}\frac{d\gamma}{d\beta}\right)\frac{dc}{d\gamma} \\ &= \left(\frac{d\beta}{dx}Y - \frac{d\beta}{dy}X\right)\frac{dc}{d\gamma} \end{aligned}\right.$$

à cause de la relation

$$\frac{d\beta}{dx}+\beta\frac{d\beta}{dy}=o,$$

et il vient

$$\left(\frac{d\beta}{dx}Y-\frac{d\beta}{dy}X\right)(x-z)=-(X+\beta Y)=(\beta-1)^2[A(x^3-y^3)+2C(x^2-y^2)+D(x-y)].$$

Par conséquent on aura

$$(79)\left\{\begin{aligned}&\frac{dc}{d\gamma}=\frac{r}{\frac{d\beta}{dx}Y-\frac{d\beta}{dy}X}\\&=\frac{[A(x^2+xy+y^2)+2C(x+y)+D](x-z)}{(\beta-1)^2[A(x^3-y^3)+2C(x^2-y^2)+D(x-y)]}=-\frac{1}{(\beta-1)^4}.\end{aligned}\right.$$

On voit que $c$ doit être fonction à la fois de $\beta$ et de $\gamma$; mais il n'en résulte aucune modification de calcul, parce que dans la formation des expressions (75) le quotient différentiel de $c$ par rapport à $\beta$ disparaît de lui-même. Il vient donc pour exprimer généralement la fonction $c$

$$(80)\qquad c=-\frac{\gamma}{(\beta-1)^4}+\psi(\beta)$$

en désignant par $\psi$ une fonction arbitraire.

Si ce résultat a été obtenu en faisant usage seulement de la composante de vitesse $r$, on peut en contrôler l'exactitude en opérant de la même manière sur les expressions des autres composantes de la vitesse. On a d'après les formules (77)

$$(81)\left\{\begin{aligned}p&=\left[\frac{d\beta}{dy}\frac{d\beta}{dz}\frac{d\gamma}{dz}-Y\frac{d\beta}{dz}-\frac{1}{x-z}\frac{d\beta}{dz}\frac{d\gamma}{d\beta}\right]\frac{dc}{d\gamma}=-Y\frac{d\beta}{dz}\frac{dc}{d\gamma}\\q&=\left[X\frac{d\beta}{dz}-\frac{\beta}{x-z}\frac{d\beta}{dz}\frac{d\gamma}{d\beta}-\frac{d\beta}{dx}\frac{d\beta}{dz}\frac{d\gamma}{d\beta}\right]\frac{dc}{d\gamma}=X\frac{d\beta}{dz}\frac{dc}{d\gamma},\end{aligned}\right.$$

en vertu des formules

$$(82)\qquad \frac{d\beta}{dx}=-\frac{\beta}{x-z}\qquad \frac{d\beta}{dy}=\frac{1}{x-z}\qquad \frac{d\beta}{dz}=\frac{\beta-1}{x-z}$$

Des expressions (81), il résulte, eu ayant égard aux relations (79) et (82),

$$(83)\qquad p=\frac{(x-z)^2}{(y-x)^3}Y\qquad q=-\frac{(x-z)^2}{(y-x)^3}.$$

Pour ne faire cette vérification que dans les limites du strict nécessaire, je me bornerai à l'effectuer pour la composante $p$ et seulement pour les termes de son expression qui ont A en facteur commun. Il vient

$$\begin{aligned} Y(x-z)^2 = A \{ y^5 - 3xy^4 + 3x^2y^3 - x^3y^2 \\ + (y^3 - 3xy^2 + 3x^2y - x^3) z^2 + (y^4 - 3y^3x + 3x^2y^2 - x^3y) z \} + \ldots\ldots \\ = A (y-z)^3 (y^2 + z^2 + yz) + \ldots\ldots \end{aligned}$$

Quant à la seconde forme indiquée dans les égalités (75) pour les expressions des composantes de la vitesse, elle est immédiatement donnée par les quotients différentiels de $\alpha$, d'où on conclut

$$(84) \qquad e = \frac{V}{\sqrt{\frac{d\alpha_1}{dx} + \frac{d\alpha_1}{dy} + \frac{d\alpha_1}{dz}}} = \frac{[A(x+y+z)+2C]^2}{A}$$

Après avoir obtenu ces résultats, il n'y a plus qu'à déterminer $a$ en faisant usage de la formule (40). On a pour cela tous les éléments nécessaires, puisque la valeur de D est donnée par l'égalité

$$(85) \qquad D = V\sqrt{\frac{d\alpha_1}{dx} + \frac{d\alpha_1}{dy} + \frac{d\alpha_1}{dz}}$$

en désignant par V la vitesse du liquide et celle de $\alpha$ par la formule (74).

Je ferai observer que les surfaces $a$ jouent dans l'Hydrodynamique de Lagrange le rôle qu'attribuaient aux plans mobiles de l'afflux les anciens géomètres et les disciples de Bernoulli, pour faciliter l'application du principe des forces vives; mais les surfaces en question se meuvent conformément aux lois de l'Hydrodynamique et, pour préciser, d'après le principe de Lagrange; tandis que le parallélisme des tranches, utile il est vrai, dans certaines circonstances, n'est jamais rigoureusement exact.

Arrivé en ce point pour le problème en question, il n'est pas encore résolu, puisque, assuré sans nul doute que les expressions (63) des composantes de la vitesse vérifient les équations aux dérivées partielles d'intégrabilité, nous ne savons pas encore ce qu'on peut attendre de leur substitution, dans les équations aux dérivées partielles d'Euler et Navier. Mais la distribution des vélocites absolues dans la masse liquide est connue; nous avons en main, s'il est permis de le dire, tous les éléments actifs de son état mobile et je n'irai pas plus loin. Je ferai seulement observer que, pour obtenir

des résultats différents et plus complets, il faudrait faire usage de la fonction E des variables $\beta$ et $\gamma$. Ce serait une nouvelle étude à entreprendre; mais je n'insisterai pas, n'ayant ici d'autre but que de faire comprendre et, s'il est possible agréer, les explications théoriques auxquelles je me complais, dans l'intérêt de la Science.

---


## M. Gabriel ARNOUX

Ancien Officier de Marine, à Les Mées (Basses-Alpes)


### CONSTRUCTION DES TABLES DE PUISSANCES DES MODULES COMPOSÉS [13]

*— Séance du 6 août —*

*Étude dédiée à M. C.-A. Laisant.*

Au Congrès de Montauban (*) j'ai donné quelques explications succinctes sur la *Construction des tables de puissances de module composé;* je vais dans ce mémoire, traiter la question plus à fond, en construisant les tables de quelques-uns des principaux types et accompagnant mes opérations des explications les plus strictement nécessaires pour que le lecteur puisse se rendre compte de ce que je fais.

Tout chiffre de module composé $m = m_1 . m_2$ ($m_1$ et $m_2$ étant des nombres premiers) est le résultat de l'association d'un chiffre $a$ de module $m_1$ avec un chiffre $\alpha$ de module $m_2$ par la formule

$$a + \text{mult. } m_1 = \alpha + \text{mult. } m_2.$$

Toutes les associations possibles d'un chiffre de module $m_1$ avec un chiffre de module $m_2$ y sont comprises sans répétition; si le module $m = m_1 . m_2 . m_3$, les termes du second membre étant des nombres premiers, il en résulte une simultanéité d'égalités $a + \text{mult. } m_1 = \alpha + \text{mult. } m_2 + a \text{ mult. } m_3$. Le nombre d'égalités simultanées peut augmenter indéfiniment, le principe reste le même.

(*) *Compte rendu du Congrès de Montauban*, p. 31.

*Table de numération.* — Cette table sert à résoudre rapidement et sans calcul la totalité de ces équations simultanées, quel qu'en soit le nombre.

Voici, comme spécimen, la table de numération de module 13.5.

**Table de numération de module 13.5**

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 13.5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 13 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 0 |
| 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 0 | 1 | 2 | 3 |
| 13.5 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |
| 13 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 0 |
| 5 | 4 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 0 | 1 |
| 13.5 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 |
| 13 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 0 |
| 5 | 2 | 3 | 4 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 13.5 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 |
| 13 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 0 |
| 5 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 0 | 1 | 2 |
| 13.5 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 |
| 13 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 0 |
| 5 | 3 | 4 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 0 |

Ces tables de numération sont de précieux instruments de calcul.

Ainsi, dans les tables de puissance de module composé, on s'occupe exclusivement des chiffres premiers au module; — l'exclusion des chiffres non premiers se fait en supprimant les colonnes où il y a des zéros.

Admettons maintenant qu'on veuille connaître les chiffres carrés pour un module composé $m$; on sait que tout carré pour un module composé est un carré pour chacun des modules composants; pre-

nons pour exemple $m = 13.5$ et écrivons les tables de puissances pour chacun de ces modules

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | Indices. |
| 2 | 4 | 8 | 3 | 6 | 12 | 11 | 9 | 5 | 10 | 7 | 1 | Puissances. |
| | × | | × | | × | | × | | × | | × | Carrés. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | Indices. |
| 2 | 4 | 3 | 1 | Puissances. |
| | × | | × | Carrés. |

Marchons du pas 2 sur ces tables et notons les chiffres rencontrés; nous avons les carrés pour chacun de ces modules.

Prenons maintenant la table de numération et, disposant nos carrés par ordre de grandeur (1, 3, 4, 9, 10, 12) module 13, (1, 4) module 5, notons-les sur chaque ligne de la table de numération, puis notons les colonnes où simultanément tous les chiffres sont notés; nous avons $m = 13.5$, la totalité des chiffres carrés.

Quant au nombre des carrés pour un module composé, comme toute association des carrés pour les modules composants donne un carré pour le module composé, ce nombre est le produit des nombres de carrés pour chacun des modules composants.

Ainsi, soit $m = 3.5.7$; pour $m = 3$ ce nombre est 1; il est 2 pour $m_2 = 5$, et 3 pour $m_3 = 7$; il est donc $1.2.3 = 6$ pour $m$.

Pour $m = 3.7.11$, il serait $1.3.5 = 15$.

Dans les opérations de calcul concernant les fonctions arithmétiques, les indices jouent un rôle capital, et le plus grand codiviseur des indices et de leur module un rôle important; cette dernière considération revenant souvent, je la symboliserai par C.

La période à laquelle un chiffre appartient, c'est-à-dire le nombre de termes différents que l'on rencontre quand on fait les puissances successives d'un chiffre quelconque, a également une grande importance. je la représenterai par P.

Il y a entre ces deux considérations une relation importante, pour un même chiffre on a C.P = *le module des indices* si le module de la congruence est un nombre premier, ce module des indices = $\varphi(m) = (m - 1)$.

Je dois ici faire une petite digression.

Le mot *indicateur* étant généralement adopté par les mathématiciens comme définissant *le nombre des nombres entiers non supérieurs à un nombre donné et premiers avec lui* et symbolisé par $\varphi(m)$, il y a un grave inconvénient à donner ce nom au *module des indices.*

*Le module des indices pour toute table de puissances concernant un chiffre quelconque est le nombre de termes de la ligne.*

Quand on fait la table de puissances des imaginaires du premier degré ou chiffres, si le module est un nombre premier (représentons d'une façon générale ce module par $m$), le module des indices est effectivement $\varphi(m)$.

Si $m$ est un nombre composé $a^\alpha \cdot b^\beta \cdot c^\gamma$. le module des indices devient le plus petit comultiple de $\varphi(a^\alpha)$, $\varphi(b^\beta)$, $\varphi(c^\gamma)$, généralement représenté par $\psi(m)$ et appelé *l'indicateur réduit.*

Si l'on forme la table des puissances d'une imaginaire d'un degré supérieur à 1, le module des indices devient $m^n - 1$.

Adopter le mot indicateur pour représenter des choses aussi diverses serait fausser les idées et créer une confusion regrettable; dans le progrès des sciences, au fur et à mesure que les idées s'élargissent, on s'aperçoit bien vite que certaines considérations, qu'on avait regardées comme naturelles, demandent à être modifiées. Comme tous les inventeurs, j'ai commis cette faute en donnant le nom d'indicateur à $(m^n - 1)$; je m'en abstiendrai à l'avenir, réclamant l'indulgence de ceux qui voudront bien lire mes études.

Ci-dessus j'ai appelé les chiffres des imaginaires du premier degré; je vais m'expliquer à ce sujet.

Dans les sciences, il y a un avantage incontestable à ramener sous une rubrique générale le plus possible de considérations spéciales.

On traite d'une façon spéciale ce qu'on appelle le *réel* et ce qu'on appelle *l'imaginaire.*

Or, le réel n'est qu'un cas anomal de l'imaginaire, cas dans lequel certains paramètres de la question que l'on étudie ont passé à l'état modulaire.

Au Congrès de Marseille, j'ai donné quelques explications à ce sujet, relativement aux fonctions algébriques; pareille chose a lieu pour les fonctions arithmétiques.

Les êtres arithmétiques que j'ai appelés *chiffres*, pour faire image et me rapporter à la théorie de la numération, ne sont qu'un cas spécial du cas général des imaginaires arithmétiques.

*Les chiffres sont des imaginaires du premier degré*, les tables de puissances des chiffres, des tables de puissances dans lesquelles le module des indices $m^n - 1$ devient $m^1 - 1$.

Les procédés qu'on emploie dans leur construction sont absolument identiques, quel que soit $n$, et l'on peut très bien les faire rentrer dans une théorie générale.

Au Congrès de Montauban, j'ai donné quelques procédés spéciaux pour trouver une racine primitive pour $m = 7$, $n = 3$ et $m = 5$ $n = 4$. Mais il ne faut pas oublier que ce sont là des *procédés* dans lesquels, pour abréger le travail, on utilise les conséquences de certaines anomalies. Quant à la *méthode* générale, elle est pour tous les degrés celle qu'on expose dans tous les ouvrages traitant des congruences, c'est-à-dire *un tâtonnement raisonné, une suite de calculs de fausse position*, qui, conduits avec méthode, mènent forcément au but.

Je ne puis la développer ici, mais, si mon âge et mes infirmités me le permettent, je reviendrai sur ce sujet dans de prochains mémoires. Qu'on veuille bien me pardonner cette digression, elle me paraissait absolument nécessaire. Maintenant, revenons à nos tables de puissances.

Puisque je suis à corriger des errata, je vais en signaler un commis page 216 du compte rendu in extenso du Congrès de Montauban.

Le carré au bas de la page décompose le nombre 114 *ba* en ses facteurs premiers.

Voici le tableau concernant le nombre 104 *b a*, qui est le cinquième du plan *o*, et doit être substitué à l'autre.

**104 b a**

| *a* \ *b* | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 10,10<br>104 | 124<br>134 | | 12,13<br>103 | 102<br>102 |
| 1 | 10,12<br>133 | 11,13<br>112 | | | 14<br>1101 |
| 2 | 10<br>1042 | | 11,11<br>12,11 | 14<br>1102 | 13,13<br>141 |
| 3 | 10<br>1043 | | 14,14<br>14,13 | 11<br>1403 | 12,12<br>111 |
| 4 | 10,13<br>123 | 12,14<br>142 | | | 11<br>1404 |

Dans les calculs relatifs aux fonctions arithmétiques, il y a un avantage notable à décomposer les indices et leur module, en leurs facteurs premiers; les opérations deviennent beaucoup plus simples. Ainsi, pour calculer le plus grand codiviseur C, les facteurs communs sautent aux yeux et C s'écrit au courant de la plume.

Si l'on est obligé de prendre l'indicateur d'un indice quelconque $a^\alpha b^\beta c^\gamma \ldots$ on sait que $\varphi(a^\alpha b^\beta c^\gamma) = \varphi(a^\alpha)\,\varphi(b^\beta)\,\varphi(c^\gamma)\ldots$ que $\varphi(a^\alpha) = a^{a-1}\,\varphi(a)$ et enfin que $\varphi(a) = a - 1$.

D'ailleurs, d'une façon générale, les idées y gagnent en clarté et leur combinaison se fait avec beaucoup plus de facilité, ce qui a une importance extrême, surtout dans les travaux de recherches; si l'on ne voit pas constamment tous les éléments que l'on combine dans leur intégrité et cela sans raisonnement ni calcul, l'idée fuit et la plupart du temps il est bien difficile de la rattraper.

Si $C = 1$, on dit que le chiffre correspondant à l'indice est une *racine primitive;* sa période contenant tous les chiffres sans exception.

Cette idée de racine primitive s'étend à une valeur quelconque de C.

Soit $C = \alpha$, ce chiffre appartient alors aux puissances d'indice $\alpha$, (c'est-à-dire qu'il existe un chiffre qui, élevé à la puissance $\alpha$, les reproduit). Si le premier chiffre est élevé à ses puissances succes-

sives, il reproduira la totalité des chiffres puissance $\alpha$. Dans cette période, *le nombre de termes* P *sera le module des indices*, tout indice premier au module correspondra à une *racine primitive spéciale*.

On voit donc que *cette idée de racine primitive est absolument générale et qu'elle ne dépend absolument que de la considération des indices.*

Ces explications préliminaires données, je vais procéder à la construction des tables.

*Table des Périodes.* — Si sur une table de puissances *de module premier* on prend les chiffres de même période, il en résulte un tableau analogue aux suivants :

**Table des Périodes des chiffres** $m = 13$.

| Indices | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 6 | 1 | 4 | 3 | 2 | 1 | 12 |
| Puissances | | | 2 | 4 | 8 | 3 | 6 | 12 | 11 | 9 | 5 | 10 | 7 | 1 |
| *a* | 4 | 12 | 2 | . | . | . | 6 | . | 11 | . | . | . | 7 | . |
| *b* | 2 | 6 | . | 4 | . | . | . | . | . | . | . | 10 | . | . |
| *c* | 2 | 4 | . | . | 8 | . | . | . | . | . | 5 | . | . | . |
| *d* | 2 | 3 | . | . | . | 3 | . | . | . | 9 | . | . | . | . |
| *e* | 1 | 2 | . | . | . | . | . | 12 | . | . | . | . | . | . |
| *f* | 1 | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 |
| | $\varphi$(P) | P | | | | | | | | | | | | |

**Table des Périodes des chiffres** m = 5.

| Indices | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| C | | | 1 | 2 | 1 | 4 |
| Puissances | | | 2 | 4 | 3 | 1 |
| α | 2 | 4 | 2 | . | 3 | . |
| β | 1 | 2 | . | 4 | . | . |
| γ | 1 | 1 | . | . | . | 1 |
| | φ(P) | P | | | | |

La première ligne est la suite des indices, dont le dernier est leur module. La seconde ligne donne C, la troisième la suite des puissances d'un chiffre de période $\varphi(m)$.

La première colonne contient les lettres de référence représentant une ligne; la troisième, le nombre P des termes de la période de chaque chiffre de la ligne; la seconde, le nombre de termes de la ligne, nombre $= \varphi(P)$.

Tous les chiffres d'une ligne ont même période et sont par suite racines primitives de ces périodes.

Ainsi (2, 6, 7, 11), ayant C = 1 et pour périodes $2^2.3 = 12$, sont racines primitives des périodes de 12 termes; (4, 10) ayant C = 2 et par suite P = 2.3 = 6 sont racines primitives des périodes de 6 termes; et ainsi de suite.

On peut sur ce tableau vérifier la loi $C.P = \varphi(m)$.

*Table d'association.* — Dans cette table :

**Table d'Association** m = 13.5.

| | | | a | b | c | d | e | f | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $2^2.3$ | 2.3 | $2^2$ | 3 | 2 | 1 | $P_1$ |
| | | | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | $\varphi(P_1)$ |
| α | $2^2$ | 2 | A | A | B | A | B | B | |
| β | 2 | 1 | A | C | B | C | E | E | |
| γ | 1 | 1 | A | C | B | D | E | F | |
| | $P_2$ | $\varphi(P_2)$ | | | | | | | |

la première ligne et la première colonne contiennent les lettres de référence des tables de période des chiffres des modules composants; les deuxième ligne et deuxième colonne les périodes P décomposées en leurs facteurs premiers, les troisième ligne et troisième colonne les indicateurs des nombres P, c'est-à-dire $\varphi(P)$.

Dans l'intérieur du tableau, les grandes lettres représentent les chiffres de module M qui correspondent à l'association des chiffres compris dans les lignes du cadre représentées par une lettre de même nature dans les tables de périodes des modules composants.

Leur situation sur la table est déterminée par la condition que leur période est le plus petit comultiple des périodes des modules composants.

Ainsi, les chiffres de module M représentés par A ont pour période $2^2.3$, plus petit comultiple des périodes $2^2.3$ représentées par $a$, et des périodes $2^2$ représentées par $\alpha$.

Le nombre des chiffres se rapportant à une situation de A est le produit des $\varphi(P)$ des lignes et colonnes du cadre.

Si sur toute l'étendue du tableau on prend tous les chiffres A et que l'on fasse la somme $\varepsilon$ de ces produits, on a le nombre total des chiffres ayant module M une période $2^2.3$.

Ce que je viens de dire pour la lettre A s'applique sans distinction à toutes les lettres du tableau.

On voit donc ici que *la considération de plus petit comultiple n'est pas spéciale à l'indicateur réduit, nombre de chiffres correspondant à la plus grande période des puissances des chiffres de module M, mais qu'elle est absolument générale et s'applique à toutes les périodes sans distinction.*

Quant à la table, elle est une application du principe des coordonnées aux espaces arithmétiques; toute case du tableau est le plus petit comultiple des cases du cadre sur lesquelles elle se projette orthogonalement, et le nombre des chiffres de cette case est le produit des $\varphi$ (P) insérés dans les cases du cadre, comme dans la table dite de Pythagore.

$$
\begin{array}{ll}
A = 2\,(4+2+2) + 1.4 + 1.4 & = 24 \\
B = 2\,(2+1+1) + 1.2 + 1.2 & = 12 \\
C = 1\,(2+2) \qquad + 1.2 & = \phantom{0}6 \\
D = 1.2 & = \phantom{0}2 \\
E = 1\,(1+1) + 1.1 & = \phantom{0}3 \\
F = 1.1 & = \phantom{0}1 \\
\hline
 & \phantom{=}\ 48
\end{array}
$$

La table ci-dessus donne le nombre de chiffres de chacune des catégories correspondant aux lettres A, B, C, D, E, F.

Au moyen de cette table, il est facile de se rendre compte, non seulement de la forme de la table des puissances de module 13.5, mais encore de son économie générale, considération que je regarde comme capitale.

**Table des Puissances du module composé** m = 13.5

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | Indices. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 4 | 8 | 16 | 32 | 64 | 63 | 61 | 57 | 49 | 33 | 1 | |
| 2 | 37 | 4 | 18 | 16 | 7 | 64 | 28 | 61 | 47 | 49 | 58 | 1 | |
| 3 | 3 | 9 | 27 | 16 | 48 | 14 | 42 | 61 | 53 | 29 | 22 | 1 | Table écrite |
| 4 | 62 | 9 | 38 | 16 | 17 | 14 | 23 | 61 | 12 | 29 | 43 | 1 | $m = 13.5$ |
| 5 | 11 | 56 | 31 | 16 | 46 | 51 | 41 | 61 | 21 | 36 | 6 | 1 | |
| 6 | 54 | 56 | 34 | 16 | 19 | 51 | 24 | 61 | 44 | 36 | 59 | 1 | |

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 4 | 8 | 3 | 6 | 12 | 11 | 9 | 5 | 10 | 7 | 1 | |
| 2 | 11 | 4 | 5 | 3 | 7 | 12 | 2 | 9 | 8 | 10 | 6 | 1 | |
| 3 | 3 | 9 | 1 | 3 | 9 | 1 | 3 | 9 | 1 | 3 | 9 | 1 | Table écrite |
| 4 | 10 | 9 | 12 | 3 | 4 | 1 | 10 | 9 | 12 | 3 | 4 | 1 | $m = 13$ |
| 5 | 11 | 4 | 5 | 3 | 7 | 12 | 2 | 9 | 8 | 10 | 6 | 1 | |
| 6 | 2 | 4 | 8 | 3 | 6 | 12 | 11 | 9 | 5 | 10 | 7 | 1 | |
| 1 | 2 | 4 | 3 | 1 | 2 | 4 | 3 | 1 | 2 | 4 | 3 | 1 | |
| 2 | 2 | 4 | 3 | 1 | 2 | 4 | 3 | 1 | 2 | 4 | 3 | 1 | |
| 3 | 3 | 4 | 2 | 1 | 3 | 4 | 2 | 1 | 3 | 4 | 2 | 1 | Table écrite |
| 4 | 2 | 4 | 3 | 1 | 2 | 4 | 3 | 1 | 2 | 4 | 3 | 1 | $m = 5$ |
| 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 6 | 4 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | |

Jetant un coup d'œil sur cette table, nous voyons que les chiffres de période $2^2.3$ occupent les colonnes d'indice (1, 5, 7, 11) ayant avec $\psi(m)$ le plus grand codiviseur 1 ; ceux de période 2.3 occupent les colonnes d'indice (2, 10) ayant avec $\psi(m)$ le plus grand codiviseur 2, et ainsi de suite.

Notons également que tout chiffre de période 2.3 est un carré des chiffres de période $2^2.3$, ou, si l'on veut, les seconds sont les

racines carrées des premiers. Or module 13.5, tout carré a quatre racines réelles ou chiffres.

Les chiffres de période 2.3 représentés par la lettre C sont en nombre 6; comme il y a 24 chiffres de période $2^2 3$, à chaque chiffre de période 2.3 correspondent 4 chiffres de période $2^2.3$; *par suite toutes les lignes seront complètes.*

Quant au nombre de ces lignes, il sera de $\frac{24}{4} = \frac{12}{2} = 6$.

Si l'on fait la somme des nombres de chiffres relatifs à chaque période, on voit qu'elle est égale à $48 = \varphi(m)$, c'est-à-dire qu'elle comprend la totalité des chiffres premiers à $m$.

Je me contente de ces quelques observations; mais tout *visuel* peut, sur l'ensemble de ces tableaux, lire une foule de propositions qui se passent de démonstration, ce qui est un des précieux avantages de la méthode graphique.

Pour ce qui va suivre, il est bon de se rendre compte de la situation des colonnes où doivent être inscrits les chiffres racines d'un chiffre de période désignée.

**Table de situation des racines** $m = 13.5$.

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 6 | 1 | 4 | 3 | 2 | 1 | 12 | C |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | Indice |
| $\odot$ | B | . | . | . | . | $\odot$ | . | . | . | . | . | $\sqrt[2]{\ }$ |
| . | . | . | . | $\odot$ | . | . | . | . | B | $\odot$ | . | |
| $\odot$ | . | C | . | $\odot$ | . | . | . | $\odot$ | . | . | . | $\sqrt[3]{\ }$ |
| . | . | $\odot$ | . | . | . | $\odot$ | . | C | . | $\odot$ | . | |
| $\odot$ | . | . | D | . | . | $\odot$ | . | . | $\odot$ | . | . | $\sqrt[4]{\ }$ |
| . | $\odot$ | . | . | $\odot$ | . | . | D | . | . | $\odot$ | . | |
| $\odot$ | . | $\odot$ | . | $\odot$ | E | $\odot$ | . | $\odot$ | . | $\odot$ | . | $\sqrt[6]{\ }$ |
| $\odot$ | $\odot$ | $\odot$ | $\odot$ | $\odot$ | $\odot$ | $\odot$ | $\odot$ | $\odot$ | $\odot$ | $\odot$ | F | $\sqrt[12]{\ }$ |

Dans ce tableau, la deuxième ligne du cadre est l'indice du chiffre sur la table de module $m$; la première contient le plus grand codiviseur entre $\psi(m)$ et l'indice situé au-dessous. Dans l'intérieur du tableau, les points entourés d'un rond marquent le rang de la colonne où sont situées les racines des chiffres symbolisés par les diverses lettres.

Le calcul des situations est très simple; il résulte de la formule $\frac{I + \psi(m)((\alpha))}{\alpha}$, I étant l'indice de la lettre, $\alpha$ l'indice du radical et $((\alpha))$ l'un quelconque des chiffres $[0, 1, 2. — (\alpha - 1)]$

Pour l'appliquer, on divise l'indice de la lettre par l'indice du radical et, au quotient, qui est toujours un nombre entier, on ajoute les multiples de $\frac{\psi(m)}{\alpha}$, qui est généralement un nombre entier; cela revient graphiquement à déterminer le premier point de la ligne et à marcher sur celle-ci du pas $\frac{\psi(m)}{\alpha}$.

Au moyen de ces éléments, il s'agit maintenant de construire la table des puissances.

Prenons au hasard une des associations représentées par A, soit 2 module 13 et 2 module 5; faisons la période de 2 module 13, nous avons la première ligne de la table des puissances écrite module 13; faisons la période de 2, module 5, et répétons-la jusqu'à ce que la ligne contienne 12 termes; nous avons la première ligne de la table écrite module 5.

Au moyen de la table de numération, associons les chiffres des deux lignes et nous avons la première ligne de la table des puissances écrite module 13.5.

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 4 | 8 | 16 | 32 | 64 | 63 | 61 | 57 | 49 | 33 | 1 | Module 13.5 |
| 2 | 4 | 8 | 3 | 6 | 12 | 11 | 9 | 5 | 10 | 7 | 1 | Module 13 |
| 2 | 4 | 3 | 1 | 2 | 4 | 3 | 1 | 2 | 4 | 3 | 1 | Module 5 |
| × | | | | × | | × | | | | × | | Chiffres de période $2^2.3$ |

La quatrième ligne du tableau indique les chiffres de période $2^2.3$, inscrits dans cette ligne. Mettons-les de côté et prenons une nouvelle association de chiffres A, différente de celles inscrites dans la première ligne, soit 11 module 13 et 2 module 5; faisons la même opéra-

tion et nous avons la deuxième ligne de la table des puissances. Mettons de côté les associations déjà inscrites et prenons-en de nouvelles jusqu'à épuisement, et nous avons les six lignes de la table de module 13.5, comprenant la totalité des chiffres premiers à ce nombre.

Pour donner ensuite à la table la forme ci-dessus, dans laquelle les chiffres identiques sont inscrits dans une même colonne, ce n'est plus qu'une permutation de racines primitives, question que j'ai traitée au Congrès de Montauban.

La procédure ci-dessus peut servir de type pour la construction des tables à lignes exclusivement complètes, c'est-à-dire dans lesquelles les exposants des facteurs premiers des indicateurs des divers modules sont ou égaux ou zéro.

Je vais maintenant traiter un cas, celui de $m = 17.5$, dans lequel $\varphi(17) = 2^4$ et $\varphi(5) = 2^2$ pour bien montrer les conséquences des écarts des exposants.

Les éléments sont les mêmes que pour le cas des tables à lignes toutes complètes; je n'en reproduirai que celles qui sont nécessaires à la partie que je vais traiter; ce sont les tables de périodes, la table d'association et la table des puissances de module 17.5.

**Table d'association** $m = 17.5 = 85$

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $a$ | $b$ | $c$ | $d$ | $e$ | |
| | | | $2^4$ | $2^3$ | $2^2$ | $2^1$ | 1 | P |
| | | | $2^2$ | $2^2$ | $2^1$ | 1 | 1 | $\varphi$(P) |
| $\alpha$ | $2^2$ | $2^1$ | A | B | C | C | C | |
| $\beta$ | $2^1$ | 1 | A | B | C | D | D | |
| $\gamma$ | 1 | 1 | A | B | C | D | E | |
| | P | $\varphi$(P) | | | | | | |

**Table des Périodes** m = 17

| Indices | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C | | | 1 | 2 | 1 | 4 | 1 | 2 | 1 | 8 | 1 | 2 | 1 | 4 | 1 | 2 | 1 | 16 |
| Puissances | | | 3 | 9 | 10 | 13 | 5 | 15 | 11 | 16 | 14 | 8 | 7 | 4 | 12 | 2 | 6 | 1 |
| *a* | 8 | 16 | 3 | . | 10 | . | 5 | . | 11 | . | 14 | . | 7 | . | 12 | . | 6 | . |
| *b* | 4 | 8 | . | 9 | . | . | . | 15 | . | . | . | 8 | . | . | . | 2 | . | . |
| *c* | 2 | 4 | . | . | . | 13 | . | . | . | . | . | . | . | 4 | . | . | . | . |
| *d* | 1 | 2 | . | . | . | . | . | . | . | 16 | . | . | . | . | . | . | . | . |
| *e* | 1 | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 |
| | φ(P) | P | | | | | | | | | | | | | | | | |

**Table des Périodes** m = 5

| Indices | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| C | | | 1 | 2 | 1 | 4 |
| Puissances | | | 2 | 4 | 3 | 1 |
| α | 2 | 4 | 2 | . | 3 | . |
| β | 1 | 2 | . | 4 | . | . |
| γ | 1 | 1 | . | . | . | 1 |
| | φ(P) | P | | | | |

**Table des Puissances** m = 17.5 = 85

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 9 | 27 | 81 | 73 | 49 | 62 | 16 | 48 | 59 | 7 | 21 | 63 | 19 | 57 | 1 |
| 82 | 9 | 58 | 81 | 12 | 49 | 23 | 16 | 37 | 59 | 78 | 21 | 22 | 19 | 28 | 1 |
| 29 | 76 | 6 | 81 | 31 | 36 | 24 | 16 | 39 | 26 | 11 | 21 | 14 | 66 | 41 | 1 |
| 56 | 76 | 79 | 81 | 54 | 36 | 61 | 16 | 46 | 26 | 74 | 21 | 71 | 66 | 44 | 1 |
| . | 2 | . | 4 | . | 8 | . | 16 | . | 32 | . | 64 | . | 43 | . | 1 |
| . | 83 | . | 4 | . | 77 | . | 16 | . | 53 | . | 64 | . | 42 | . | 1 |
| . | . | . | 33 | . | . | . | 16 | . | . | . | 67 | . | . | . | 1 |
| . | . | . | 52 | . | . | . | 16 | . | . | . | 18 | . | . | . | 1 |
| . | . | . | 19 | . | . | . | 84 | . | . | . | 72 | . | . | . | 1 |
| . | . | . | 38 | . | . | . | 84 | . | . | . | 47 | . | . | . | 1 |

Sur la table d'association, faisons le calcul des nombres de chiffres ayant des périodes $2^4$, $2^3$, $2^2$; nous avons le tableau suivant :

| | |
|---|---|
| A période $2^4$ | $2^3(2+1+1) = 8.4 = 32$ |
| B période $2^3$ | $2^2(2+1+1) = 4.4 = 16$ |
| C période $2^2$ | $2\,(2+1+1) + 2(1+1) = 12$ |

Voyons maintenant ce qui se passe :

On a $\varphi\,\psi\,(m) = 2^3 = 8$; il y a huit chiffres de période $2^4$ dans une ligne complète; le nombre total de ces chiffres est de 32; il y aura donc $\frac{32}{8} = 4$ lignes de 16 chiffres.

Tout carré module 17.5 a 4 racines carrées; tout chiffre de période $2^3$ a pour racines carrées des chiffres de période $2^4$. Les lignes complètes contiennent 32 chiffres de période $2^4$; il y a donc dans ces lignes $\frac{32}{4} = 8$ chiffres de période $2^3$; comme il y en a 16 en tout, il en reste 8 de non inscrites.

Dans une ligne, il y a $\varphi(2^3) = 2^2 = 4$ chiffres de période $2^3$ il y aura donc $\frac{8}{4} = 2$ lignes de 8 termes.

Dans les lignes ainsi construites seront donc compris tous les chiffres de période $2^4$ et tous ceux de période $2^3$.

Passons à ceux de période $2^2$ : il y en a 12 en tout. Chacun de ces chiffres est une quatrième puissance d'un chiffre de période $2^4$ pour $m = 17.5$, toute puissance d'indice 4 a $4 \times 4 = 16$ racines quatrièmes réelles. De plus, ces chiffres sont des deuxièmes puissances des chiffres de période $2^3$. Il y a donc $\frac{32}{16} = 2$ chiffres de période $2^2$ dans les lignes de 16 termes et 2 dans les lignes de 8 termes, total 4. Comme il y en a 12 en tout, il en reste 8 de non inscrits.

Dans chaque ligne, il en a $\varphi(2^2) = 2$; il y aura donc $\frac{8}{2} = 4$ lignes de 4 termes.

Ces lignes, au nombre de 10, dont 4 de 16 chiffres, 2 de 8 chiffres et 4 de 4 chiffres comprennent la totalité des chiffres premiers à $m \equiv 17.5$.

Quant à la procédure de la construction de la table, il me semble inutile de la donner. Pour former les nouvelles lignes, on prend une des associations non inscrites dans les lignes précédentes.

Je vais maintenant dire quelques mots concernant les colonnes à chiffres tous identiques.

Prenons la table de module 13.5. Nous voyons que les colonnes d'indice (4, 8, 1) sont composées de chiffres identiques. La raison du fait est fort simple. Ces colonnes contiennent les $\sqrt[3]{1}$ ; or, $\varphi(13) = 2^2.3$, $\varphi(5) = 2^2$; le nombre des racines cubiques module 13 est de 3. Module 5, $\varphi(m)$ ne contient pas 3 ou le contient avec l'exposant zéro; or, $3^0 = 1$; 1 n'a donc qu'une racine cubique, qui est 1 lui-même. Le nombre des racines cubiques de $1^3$, module 13.5, sera donc le produit du nombre de ces racines module 13 par leur nombre module 5, c'est-à-dire 3.1 = 3. De là il résulte clairement que les colonnes d'indice (4, 8, 1) seront composées de chiffres identiques.

Le même fait se reproduira chaque fois que les indicateurs des modules composants auront des facteurs contenus exclusivement dans certains indicateurs.

Ainsi, pour ne pas y revenir, dans $m = 3.7.11$ comme on a $\varphi(3) = 2$, $\varphi(7) = 2.3$, $\varphi(11) = 2.5$, il y aura 3.5 = 15 colonnes à chiffres identiques, c'est-à-dire la moitié de la totalité des colonnes qui sont au nombre de $\psi(m) = 2.3.5$.

Ce fait est donc une conséquence très simple de la loi générale du nombre des racines d'indice $\alpha$ pour un module composé.

Je vais maintenant attaquer les cas dans lesquels le nombre des modules composants est supérieur à 2 — soit $m = 3.5.7$.

Pour procéder régulièrement il faudrait, pour la table d'association, construire un espace à 3 dimensions, ce qui entraînerait des difficultés de procédure dans les calculs et exposerait à des erreurs plus fréquentes pour l'opération des plus petits comultiples; mais on tourne parfaitement la difficulté, en faisant d'abord la table d'association des modules 5 et 7, puis celle des modules 5.7 et 3.

Si le nombre des modules composants était supérieur à 3, on pourrait procéder par compositions successives, en n'ayant jamais à opérer que sur des espaces à 2 dimensions, c'est-à-dire avec 2 coordonnées, ce qui demande une tension d'esprit bien plus faible.

Voici l'ensemble des tableaux nécessaires pour une pareille opération.

On commence par faire la table d'association des modules 5 et 7, que nous avons donnée ci-dessus; on calcule le nombre de termes de chaque période, ainsi qu'il a été fait ci-dessus, et on procède ensuite à l'association du module 3, au moyen du tableau.

| | | | A | B | C | D | E | F |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $2^2.3$ | $2.3$ | $2^2$ | 3 | 2 | 1 |
| | | | 8 | 6 | 4 | 2 | 3 | 1 |
| *a* | 2 | 1 | $A_1$ | $B_1$ | $C_1$ | $B_1$ | $E_1$ | $E_1$ |
| *b* | 1 | 1 | $A_1$ | $B_1$ | $C_1$ | $D_1$ | $E_1$ | $F_1$ |

Faisons de nouveau le calcul du nombre de chiffres de chaque période; nous avons :

| | | |
|---|---|---|
| $A_1$ période | $2^2.3$ | $1.8 + 1.8 = 16$ |
| $B_1$ | $2.3$ | $1(6+2) + 1.6 = 14$ |
| $C_1$ | $2^2$ | $1.4 + 1.4 = 8$ |
| $D_1$ | 3 | $1.2 = 2$ |
| $E_1$ | 2 | $1(3+1) + 1.3 = 7$ |
| $F_1$ | 1 | $1.1 = 1$ |
| | | 48 |

Le nombre des chiffres de période $2^2.3$ est de 16; il en va 4 à la ligne; il y aura $\frac{16}{4} = 4$ lignes complètes.

Le nombre des chiffres de période 2.3 est de 14; il y en a 2 dans les lignes de 12 termes, il en reste 12; comme il en va 2 à la ligne, il y aura $\frac{12}{2} = 6$ lignes de 6 termes à la ligne. Total 10 lignes, dont 4 de 12 termes et 6 de 6 termes.

La marche générale est la même; — on prend l'une quelconque des associations $A_1$, soit 2 mod. 7, 2 mod. 5, 2 mod. 3.

On forme les périodes de chacun de ces chiffres dans le module que cela concerne et on les répète jusqu'à avoir 12 termes pour chacune.

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 4 | 8 | 16 | 32 | 64 | 23 | 46 | 92 | 79 | 53 | 1 | mod. 3.5.7 |
| 2 | 4 | 1 | 2 | 4 | 1 | 2 | 4 | 1 | 2 | 4 | 1 | mod. 7 |
| 2 | 4 | 3 | 1 | 2 | 4 | 3 | 1 | 2 | 4 | 3 | 1 | mod. 5 |
| 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | mod. 3 |

Au moyen de la table de numération, que j'ai donnée dans un mémoire au Congrès de Montauban, on calcule les chiffres M = 3.5.7 et l'on a la première ligne du tableau ci-dessus. On en fait autant pour les associations non inscrites, jusqu'à épuisement.

Puis on opère, comme il a été dit ci-dessus pour les associations de chiffres de période 2.3, et on a les 6 dernières lignes de la table des puissances.

Il me semble inutile d'entrer dans les détails; les explications que j'ai données ci-dessus me paraissant suffisantes.

Pourtant, pour ne laisser aucune ombre dans l'esprit, je donne ici la table des puissances écrites dans les modules 3.5.7, mod. 7, mod. 5, mod. 3.

**Table de Puissances de module 3.5.7.**

**Table écrite module 3.5.7.**

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 4 | 8 | 16 | 32 | 64 | 23 | 46 | 92 | 79 | 53 | 1 |
| 2 | 103 | 4 | 97 | 16 | 73 | 64 | 82 | 46 | 13 | 79 | 52 | 1 |
| 3 | 37 | 4 | 43 | 16 | 67 | 64 | 58 | 46 | 22 | 79 | 88 | 1 |
| 4 | 68 | 4 | 62 | 16 | 38 | 64 | 47 | 46 | 83 | 79 | 17 | 1 |
| 5 | | 101 | | 16 | | 41 | | 46 | | 26 | | 1 |
| 6 | | 11 | | 16 | | 71 | | 46 | | 86 | | 1 |
| 7 | | 94 | | 16 | | 34 | | 46 | | 19 | | 1 |
| 8 | | 31 | | 16 | | 76 | | 46 | | 61 | | 1 |
| 9 | | 74 | | 16 | | 29 | | 46 | | 44 | | 1 |
| 10 | | 59 | | 16 | | 104 | | 46 | | 89 | | 1 |

**Table écrite module 7.**

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 4 | 1 | 2 | 4 | 1 | 2 | 4 | 1 | 2 | 4 | 1 |
| 2 | 5 | 4 | 6 | 2 | 3 | 1 | 5 | 4 | 6 | 2 | 3 | 1 |
| 3 | 2 | 4 | 1 | 2 | 4 | 1 | 2 | 4 | 1 | 2 | 4 | 1 |
| 4 | 5 | 4 | 6 | 2 | 3 | 1 | 5 | 4 | 6 | 2 | 3 | 1 |
| 5 | | 3 | | 2 | | 6 | | 4 | | 5 | | 1 |
| 6 | 2 | 4 | 1 | 2 | 4 | 1 | 2 | 4 | 1 | 2 | 4 | 1 |
| 7 | | 3 | | 2 | | 6 | | 4 | | 5 | | 1 |
| 8 | | 3 | | 2 | | 6 | | 4 | | 5 | | 1 |
| 9 | 2 | 4 | 1 | 2 | 4 | 1 | 2 | 4 | 1 | 2 | 4 | 1 |
| 10 | | 3 | | 2 | | 6 | | 4 | | 5 | | 1 |

**Table écrite module 5.**

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 4 | 3 | 1 | 2 | 4 | 3 | 1 | 2 | 4 | 3 | 1 |
| 2 | 3 | 4 | 2 | 1 | 3 | 4 | 2 | 1 | 3 | 4 | 2 | 1 |
| 3 | 2 | 4 | 3 | 1 | 2 | 4 | 3 | 1 | 2 | 4 | 3 | 1 |
| 4 | 3 | 4 | 2 | 1 | 3 | 4 | 2 | 1 | 3 | 4 | 2 | 1 |
| 5 | 4 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 |
| 6 | 4 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 |
| 7 | 2 | 4 | 3 | 1 | 2 | 4 | 3 | 1 | 2 | 4 | 3 | 1 |
| 8 | 4 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 |
| 9 | 2 | 4 | 3 | 1 | 2 | 4 | 3 | 1 | 2 | 4 | 3 | 1 |
| 10 | 2 | 4 | 3 | 1 | 2 | 4 | 3 | 1 | 2 | 4 | 3 | 1 |

**Table écrite module 3.**

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 4 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| 5 | | 2 | | 1 | | 2 | | 1 | | 2 | | 1 |
| 6 | | 2 | | 1 | | 2 | | 1 | | 2 | | 1 |
| 7 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| 8 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| 9 | | 2 | | 1 | | 2 | | 1 | | 2 | | 1 |
| 10 | | 2 | | 1 | | 2 | | 1 | | 2 | | 1 |

Le lecteur, en comparant les trois dernières tables, verra sans peine ce fait que la vacuité de certaines cases ne provient pas toujours du même module.

| 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Lignes |
|---|---|---|---|---|---|---|
| × | . | × | × | . | × | Mod. 7 |
| × | × | . | . | × | × | Mod. 3 |

La table ci-dessus résume la situation, les croix indiquent la vacuité des cases; — on y voit que, pour les 5[me] et 10[me] lignes, la

raison de l'imaginarité est double . pour les lignes 7 et 8, l'imaginarité provient du module 7 et pour les lignes 6 et 9, du module 3. Quant au module 5, toutes les cases du tableau sont forcément garnies.

Ayant donné au Congrès de Montauban la table des puissances de module 3.7.11, je donne ici les tableaux principaux concernant la construction de cette table pour que le lecteur, s'il le désire, puisse s'exercer à la procédure des tables à composants multiples.

$$m = 3.5.7 \quad | \quad \varphi(3) = 2 \quad | \quad \varphi(7) = 2.3 \quad | \quad \varphi(11) = 2.5$$

$$\varphi(m) = 3^3.3.5 = 120 \quad | \quad \psi(m) = 2.3.5 = 30$$

**Table des Périodes** $m_1 = 11$.

| Indices | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C | | | 1 | 2 | 1 | 2 | 5 | 2 | 1 | 2 | 1 | 10 |
| Puissances | | | 2 | 4 | 8 | 5 | 10 | 9 | 7 | 3 | 6 | 1 |
| *a* | 4 | 10 | 2 | . | 8 | . | . | . | 7 | . | 6 | . |
| *b* | 4 | 5 | . | 4 | . | 5 | . | 9 | . | 3 | . | . |
| *c* | 1 | 2 | . | . | . | . | 10 | . | . | . | . | . |
| *d* | 1 | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 |
| | φ(P) | P | | | | | | | | | | |

**Table des Périodes** m = 7.

| Indices | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C | | | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 | 6 |
| Puissances | | | 3 | 2 | 6 | 4 | 5 | 1 |
| α | 2 | 6 | 3 | . | . | . | 5 | . |
| β | 2 | 3 | . | 2 | . | 4 | . | . |
| γ | 1 | 2 | . | . | 6 | . | . | . |
| δ | 1 | 1 | . | . | . | . | . | 1 |
| | φ(P) | P | | | | | | |

**Table des périodes m = 3.**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Indices | | | 1 | 2 |
| C | | | 1 | 2 |
| Puissances | | | 2 | 1 |
| *a* | 1 | 2 | 2 | . |
| *b* | 1 | 1 | . | 1 |
| | φ(P) | P | | |

**Première table d'association m = 7.11.**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | *a* | *b* | *c* | *d* | |
| | | | 2.5 | 5 | 2 | 1 | P |
| | | | 4 | 4 | 1 | 1 | φ(P) |
| α | 2.3 | 2 | A | A | C | C | |
| β | 3 | 2 | A | D | C | F | |
| γ | 2 | 1 | B | B | K | K | |
| δ | 1 | 1 | B | E | K | L | |
| | P | φ(P) | | | | | |

$$
\begin{aligned}
A &= 2\,(4+4)+2.4 = 24 \\
B &= 1\,(4+4)+1.4 = 12 \\
C &= 2\,(1+1)+2.1 = 6 \\
D &= 2.4 = 8 \\
E &= 1.4 = 4 \\
F &= 2.1 = 2 \\
K &= 1\,(1+1)+1.1 = 3 \\
L &= 1.1 = 1 \\
&\overline{\phantom{=}\;60}
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
A_1 &= 1\,(24+8)+1.24 = 56 \\
B_1 &= 1\,(12+4)+1.12 = 28 \\
C_1 &= 1\,(6+2)+1.6 = 14 \\
D_1 &= 1.8 = 8 \\
E_1 &= 1.4 = 4 \\
F_1 &= 1.2 = 2 \\
K_1 &= 1\,(3+1)+1.3 = 7 \\
L_1 &= 1.1 = 1 \\
&\overline{\phantom{=}\;120}
\end{aligned}
$$

**Deuxième table d'association m = (7.11).3.**

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | A | B | C | D | E | F | K | L | |
| | | | 2.3.5 | 2.5 | 2.3 | 3.5 | 5 | 3 | 2 | 1 | P |
| | | | 24 | 12 | 6 | 8 | 4 | 2 | 3 | 1 | φ(P) |
| *a* | 2 | 1 | $A_1$ | $B_1$ | $C_1$ | $A_1$ | $B_1$ | $C_1$ | $K_1$ | $K_1$ | |
| *b* | 1 | 1 | $A_1$ | $B_1$ | $C_1$ | $D_1$ | $E_1$ | $F_1$ | $K_1$ | $L_1$ | |
| | P | φ(P) | | | | | | | | | |

Malgré mon vif désir d'être bref, il me semble nécessaire de donner quelques explications sur l'ensemble de ce qui précède.

Dans une table de puissance que représentent les points, ou cases de la table où il n'y a pas de chiffres ?

Une solution réelle pour un module composé correspond à une solution réelle pour chacun des modules composants; si, dans l'un quelconque de ces derniers, ou dans plusieurs d'entre eux, la solution est imaginaire, elle le sera également pour le module composé.

La table doit contenir toutes les associations possibles de chiffres des modules composants, *ces chiffres ont une situation déterminée dans certaines colonnes de la table; si les qualités du chiffre ne correspondent pas à sa situation, il rendra vides certaines cases déterminées.*

Fidèle à ma façon générale de procéder, je vais donner des tableaux explicatifs, indiquant d'une façon sommaire ce qui se passe.

Pour ne pas encombrer davantage mon mémoire de figures, je vais opérer sur le module 17.5 dont j'ai donné la table ci-dessus.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | Indices. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ⊙ | 2 | . | . | . | . | . | . | ⊙ | . | . | . | . | . | . | . | Situation des $\sqrt[2]{\ }$ des chiffres inscrits sur chaque ligne. |
| . | . | ⊙ | . | . | 8 | . | . | . | . | ⊙ | . | . | . | . | . | |
| . | . | . | . | ⊙ | . | . | . | . | 32 | . | . | ⊙ | . | . | . | |
| . | . | . | . | . | . | ⊙ | . | . | . | . | . | . | 43 | ⊙ | . | |
| ⊙ | . | . | 33 | ⊙ | . | . | . | ⊙ | . | . | . | ⊙ | . | . | . | *id.* des $\sqrt[4]{\ }$ |
| . | . | ⊙ | . | . | . | ⊙ | . | . | . | ⊙ | 67 | . | . | ⊙ | . | |
| . | ⊙ | . | 33 | . | . | . | . | . | ⊙ | . | . | . | . | . | . | *id.* des $\sqrt[2]{\ }$ |
| . | . | . | . | . | ⊙ | . | . | . | . | . | 67 | . | ⊙ | . | . | |

La première partie du tableau fait voir la raison de la vacuité des cases de la 5[me] et 6[me] ligne.

La deuxième partie en fait autant pour les quatre dernières lignes.

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Le chiffre | 2<br>8<br>32<br>43 | qui $m = 5$ s'écrit | 2<br>3<br>2<br>3 | n'étant pas un | carré | Les cases | 1, 9<br>3, 1<br>5, 13<br>7, 15 | seront vides |
| | 33 | | 3 | | carré<br>4[me] puiss. | | 2, 10<br>1, 5, 9, 13 | |
| | 67 | | 2 | | carré<br>4[me] puiss. | | 6, 14<br>3, 7, 11, 15 | |

M. Gabriel ARNOUX

Ancien Officier de Marine, à Les Mées (Basses-Alpes)

## TABLES DE PUISSANCES DE MODULE $A^{\alpha}$ ET $2^n$ LEUR CONSTRUCTION PRATIQUE

[I 3]

— *Séance du 6 août* —

*Étude dédiée à M. C.-A. Laisant.*

SOMMAIRE :

Construction des tables de puissances de modules de la forme $a^{\alpha}$ et $2^n$ :
Considérations diverses sur le théorème de *Wilson*
et sur le moyen de reconnaître si un nombre entier donné est premier ou composé.
Solution de l'équation
du troisième degré de module 5 par les procédés d'*Évariste Galois*.
Tables de puissances de module $a^{\alpha}$ et $2^n$, leur construction pratique.

Dans un autre mémoire, j'ai donné la construction pratique des tables de puissances de module composé; dans celui-ci je vais m'occuper de celles des modules de la forme $a^{\alpha}$ et $2^n$.

Le module $a^{\alpha}$ est un anomal des modules composés, en ce sens que tous les facteurs sont égaux. De l'anomalie dans la constitution du module résultent des anomalies dans les tables de puissances. Ainsi pour $a^{\alpha}$ on a $\psi(m) = \varphi(m)$, ce qui entraîne la conséquence que les tables de puissances de module $a^{\alpha}$ ne contiennent qu'une seule ligne, fait d'une grande importance dans les calculs.

Je dois faire également ici une autre remarque; c'est celle indiquée par *Serret* dans son *Algèbre supérieure*, v. II, p. 78 : « Une racine primitive $g$ du module premier impair $p$ est une racine primitive pour le module $p^{\nu}$, $\nu$ étant $> 1$, lorsque $\frac{g^{p-1}-1}{p}$ n'est pas divisible par $p$. Au contraire $g$ n'est pas une racine primitive pour le module $p^{\nu}$ quand $\frac{g^{p-1}-1}{p}$ est divisible par $p$. »

Ces cas sont très rares; mais pourtant ils se présentent, et la règle de *Serret* permet de les reconnaître. Cette vérification faite, on est

certain que toute racine primitive de module $a^1$ est racine primitive pour le module $a^\alpha$.

Comme dans les calculs des tables de puissances, soit de chiffres dits réels ou êtres arithmétiques du premier degré, soit d'êtres arithmétiques dits imaginaires, c'est-à-dire d'un degré supérieur à 1. la grande question est d'avoir une racine primitive, je crois être agréable au lecteur en donnant ici la table des plus petites racines primitives, positives ou négatives, pour les modules premiers de 1 à 200. J'ai mis en regard de chaque module la décomposition en facteurs prémiers de son indicateur qui, dans ce cas, est le module des indices et qui, par suite, joue un rôle considérable dans les calculs.

| Modules | R.P. | Indicateurs | Modules | R.P. | Indicateurs |
|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 2 | $2^1$ | 97 | 5 | $2^5.3^1$ |
| 5 | 2 | $2^2$ | 101 | 2 | $2^2.5^2$ |
| 7 | $\bar{2}$ | $2^1.3^1$ | 103 | $\bar{2}$ | $2^1.3^1.17^1$ |
| 11 | 2 | $2^1.5^1$ | 107 | 2 | $2^1.53^1$ |
| 13 | 2 | $2^2.3^1$ | 109 | 6 | $2^2.3^3$ |
| 17 | 3 | $2^4$ | 113 | 3 | $2^4.7^1$ |
| 19 | 2 | $2^1.3^2$ | 127 | 3 | $2^1.3^2.7^1$ |
| 23 | $\bar{2}$ | $2^1.11^1$ | 131 | 2 | $2^1.5^1.13^1$ |
| 29 | 2 | $2^2.7^1$ | 137 | 3 | $2^3.17^1$ |
| 31 | 3 | $2^1.3^1.5^1$ | 139 | 2 | $2^1.3^1.23^1$ |
| 37 | 2 | $2^2.3^2$ | 149 | 2 | $2^2.37^1$ |
| 41 | 6 | $2^3.5^1$ | 151 | $\bar{5}$ | $2^1.3^1.5^2$ |
| 43 | 3 | $2^1.3^1.7^1$ | 157 | 5 | $2^2.3^1.13^1$ |
| 47 | $\bar{2}$ | $2^1.23^1$ | 163 | 2 | $2^1.3^4$ |
| 53 | 2 | $2^2.13^1$ | 167 | $\bar{2}$ | $2^1.83^1$ |
| 59 | 2 | $2^1.29^1$ | 173 | 2 | $2^2.43^1$ |
| 61 | 2 | $2^2.3^1.5^1$ | 179 | 2 | $2^1.89^1$ |
| 67 | 2 | $2^1.3^1.11^1$ | 181 | 2 | $2^2.3^2.5^1$ |
| 71 | $\bar{2}$ | $2^1.5^1.7^1$ | 191 | $\bar{2}$ | $2^1.5^1.19^1$ |
| 73 | 5 | $2^3.3^2$ | 193 | 5 | $2^6.3^1$ |
| 79 | $\bar{2}$ | $2^1.3^1.13^1$ | 197 | 2 | $2^2.7^2$ |
| 83 | 2 | $2^1.41^1$ | 199 | $\bar{2}$ | $2^1.3^2.11^1$ |
| 89 | 3 | $2^3.11^1$ | | | |

Ces observations préliminaires faites, j'entre en matière.

Plusieurs auteurs ont donné les tables de puissances des modules premiers de 1 à 200, elles sont très utiles, très commodes dans les calculs; mais tout le monde ne les a pas à sa disposition, la méthode des Cycles permet de les construire avec rapidité, et cela mécaniquement et sans calcul. Nous l'avons donnée avec *M. Laisant,* dans notre mémoire au Congrès de Paris en 1900; je vais la rappeler brièvement :

Soit à construire la table des puissances de module 13; 2 est une racine primitive de ce module.

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | Indices. |
| 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | 11 | 13 | Mult. de 2. |
| 2 | 4 | 8 | 3 | 6 | 12 | 11 | 9 | 5 | 10 | 7 | 1 | | Puissances. |

J'écris la suite des nombres entiers de 1 à 13. Sur cette piste je marche du pas 2 et j'obtiens la suite des nombres écrits dans la deuxième ligne du tableau ci-dessus. Ceci fait, je prends 2 sur la première ligne et trouve 4 au-dessous sur la seconde; je prends 4 sur la première ligne et trouve 8 au-dessous sur la seconde, et ainsi de suite, jusqu'à épuisement. Le Cycle (2 étant une racine primitive) contiendra la totalité des chiffres premiers à 13, et la troisième ligne, sur laquelle ils sont inscrits par ordre de rencontre, est la table des puissances demandée; les chiffres inscrits sur la première ligne et sur la même verticale sont les indices de ceux inscrits sur la troisième.

Passons maintenant aux modules de forme $a^\alpha$ et prenons comme exemple $7^2 = 49$.

**Construction de la table de Puissances de module $7^2$**
**par la méthode des Cycles**

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nombres. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| Mult. de 3. | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 | 18 | 21 | 24 | 27 | 30 | 33 | 36 | 39 | 42 |
| Puissances. | 3 | 9 | 27 | 32 | 47 | 43 | 31 | 44 | 34 | 4 | 12 | 36 | 10 | 30 |
| Nombres. | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 |
| Mult. de 3. | 45 | 48 | 2 | 5 | 8 | 11 | 14 | 17 | 20 | 23 | 26 | 29 | 32 | 35 |
| Puissances. | 41 | 25 | 26 | 29 | 38 | 16 | 48 | 46 | 40 | 22 | 17 | 2 | 6 | 18 |
| Nombres. | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 |
| Mult. de 3. | 38 | 41 | 44 | 47 | 1 | 4 | 7 | 10 | 13 | 16 | 19 | 22 | 25 | 28 |
| Puissances. | 5 | 15 | 45 | 37 | 13 | 39 | 19 | 8 | 24 | 23 | 20 | 11 | 33 | 1 |
| Nombres. | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | | | | | | | |
| Mult. de 3. | 31 | 34 | 37 | 40 | 43 | 46 | 49 | | | | | | | |

Le lecteur, par le tableau ci-dessus, peut s'assurer que la méthode des cycles s'applique aux modules de forme $a^\alpha$.

Les puissances successives y sont écrites dans le système de numération de base 10; maintenant écrivons-les dans le système de numération de base 7, nous avons des nombres de 2 chiffres.

Disposons notre table en lui donnant pour largeur un nombre de cases égal à $\varphi(7) = 6$, et nous avons le tableau suivant, dans lequel les chiffres de la colonne du cadre sont des multiples de 6.

**Table de puissances de module $7^2$ écrite dans le système de numération de base 7.**

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 03 | 12 | 36 | 44 | 65 | 61 |
| 1 | 43 | 62 | 46 | 04 | 15 | 51 |
| 2 | 13 | 42 | 56 | 34 | 35 | 41 |
| 3 | 53 | 22 | 66 | 64 | 55 | 31 |
| 4 | 23 | 02 | 06 | 24 | 05 | 21 |
| 5 | 63 | 52 | 16 | 54 | 25 | 11 |
| 6 | 33 | 32 | 26 | 14 | 45 | 01 |
| | 4 | 5 | 1 | 3 | 2 | 6 |

Observons ce qui se passe : dans chaque colonne de l'intérieur du tableau, les chiffres de droite sont identiques, les chiffres de gauche forment une progression arithmétique dont la raison est inscrite au-dessous de la colonne. Ces raisons d'une colonne à l'autre se suivent dans le même ordre que les chiffres dans une table de puissances de module 7, c'est-à-dire (3, 2, 6, 4, 5, 1) en faisant abstraction du point de départ.

L'indice de la case où est inscrit le nombre 43 est un multiple de 7 ; il en est de même de toutes les cases situées sur la diagonale partant de celle-là ; les nombres inscrits dans ces cases ne sont pas des racines primitives ; si nous les mettons de côté, tous les indices des cases des colonnes 1 et 5, premiers à $6 = 2.3$, sont premiers à $7.2.3 = 42$ module des indices ; les nombres inscrits dans ces colonnes sont donc des racines primitives et toutes les racines primitives, sans exception, y sont comprises.

Maintenant, prenons un module premier plus petit que 7, soit 5, et formons les tables de puissances de $5^1$, $5^2$, $5^3$ ; nous avons l'ensemble des tableaux suivants :

**Table de Puissances de module $5^3$ écrite dans le système de numération de base 5.**

| Indices | × 1 | 2 | × 3 | 4 | 5 | 6 | × 7 | 8 | × 9 | 10 | × 11 | 12 | × 13 | 14 | 15 | 16 | × 17 | 18 | × 19 | 20 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 002 | 004 | 013 | 031 | 112 | 224 | 003 | 011 | 022 | 044 | 143 | 341 | 232 | 014 | 033 | 121 | 242 | 034 | 123 | 301 |
| | 102 | 204 | 413 | 331 | 212 | 424 | 303 | 311 | 122 | 244 | 043 | 141 | 332 | 214 | 433 | 421 | 442 | 234 | 023 | 101 |
| | 202 | 404 | 313 | 131 | 312 | 124 | 403 | 111 | 222 | 444 | 443 | 441 | 432 | 414 | 333 | 221 | 342 | 434 | 423 | 401 |
| | 302 | 104 | 213 | 431 | 412 | 324 | 203 | 411 | 322 | 144 | 343 | 241 | 032 | 114 | 233 | 021 | 042 | 134 | 323 | 201 |
| | 402 | 304 | 113 | 231 | 012 | 024 | 103 | 211 | 422 | 344 | 243 | 041 | 132 | 314 | 133 | 321 | 142 | 334 | 223 | 001 |
| Augm. | 1 | 2 | 4 | 3 | 1 | 2 | 4 | 3 | 1 | 2 | 4 | 3 | 1 | 2 | 4 | 3 | 1 | 2 | 4 | 3 |

**Table des Puissances de module $5^2$ écrite dans le système de numération de base 5.**

| Indices | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 02 | 04 | 13 | 31 |
| 1 | 12 | 24 | 03 | 11 |
| 2 | 22 | 44 | 43 | 41 |
| 3 | 32 | 14 | 33 | 21 |
| 4 | 42 | 34 | 23 | 01 |
| Augm. | 1 | 2 | 4 | 3 |

**Table de puissances de module $5^1$.**

| 1 | 2 | 3 | 4 | Indices |
|---|---|---|---|---|
| 2 | 4 | 3 | 1 | Puissances |

Pour $m = 5^3$, j'ai pris pour largeur de la table le nombre 20 égal a $\varphi(5^2)$ module des indices de la table des puissances de module $5^2$, tout comme j'ai pris pour celle de $5^2$ le nombre $4 = \varphi(5^1)$ module des indices de la table de module $5^1$. Par suite, la colonne du cadre contient des multiples de 20.

Observons ce qui se passe :

Dans la table de module $5^3$, nous avons des nombres de 3 chiffres représentant les puissances écrites dans la numération de base 5, Dans chaque colonne, les deux chiffres de droite sont identiques dans toutes les cases; ceux de gauche forment une progression arithmétique dont la raison est inscrite au bas du tableau, dans chaque colonne. Ces raisons, dans la ligne qui les contient, se succèdent dans l'ordre 2, 4, 3, 1 d'un bout à l'autre, c'est-à-dire dans l'ordre des chiffres dans la table des puissances de module $5^1$. Ici, si nous prenons les colonnes d'indices premiers à 20 (marqués d'une croix), tous les indices des cases de ces colonnes sont premiers à $5^2.2^2 = \varphi(5^3) = 100$, module des indices de la table, et tous les nombres premiers à ce module y sont compris. Les nombres inscrits dans les cases de ces colonnes sont donc des racines primitives, et toutes les racines primitives, sans exception, y sont comprises.

Admettons que l'on ait construit la première ligne de la table et le premier nombre de la seconde ligne, *tout le reste de la table est déterminé*. La différence des chiffres de gauche des deux premiers nombres de la première colonne donne le chiffre à insérer au bas de la colonne. Celui-ci connu, toute la ligne du bas de la table s'écrit au courant de la plume. Cette ligne écrite, il n'y a, dans chaque colonne, qu'à ajouter au chiffre de gauche du nombre de la première ligne le chiffre du bas de la colonne et de former la progression arithmétique en descendant, puis, enfin, de répéter dans chaque colonne les chiffres de droite du nombre inscrit dans la première ligne.

*Et voilà la table construite sans calcul!*

Je demande pardon au lecteur d'entrer dans de pareilles explications sur des choses qui sautent aux yeux. Mais ce qui saute un peu moins aux yeux, ce sont toutes les propositions démontrées par *Serret* dans son *Algèbre supérieure*, v. II, pages 77 et suivantes, qui sont implicitement contenues dans ces tableaux, et qu'un *visuel* y lit couramment. Ainsi, dans chaque colonne à racines primitives, nous voyons que, si l'on prend le nombre qui a 0 pour chiffre de gauche et qu'on lui ajoute les multiples de 25 ou $5^2$ ((5)), on a tous les nombres de la colonne; que les indices seront celui de la pre-

mière ligne plus les multiples de $20 = \varphi(5^2)$, c'est-à-dire $\varphi(5^2)$ $((5))$. Les chiffres de droite sont les racines primitives de $5^2$ $m = 5^2$. Donc, étant connues les racines primitives de $m = 5^2$, on a toutes les autres en ajoutant $5^2$ $((5))$, d'une façon générale $m^{n-1}$ $((m))$ pour $m^n$.

Je laisse au lecteur le soin et le plaisir de lire dans ces tableaux les propositions qui y sont implicitement contenues et d'étendre ce qui a été dit ci-dessus au module $a^\alpha$. C'est un exercice intéressant, qui vaut bien tous les jeux de cartes ou autres.

Il y aurait certainement une foule de remarques intéressantes à faire; ainsi, pour le nombre des racines primitives des tables de $m = a^\alpha$, le nombre des nombres premiers à $a^\alpha$ est $\varphi(a^\alpha) = a^{\alpha-1}\varphi(a)$, ce qui donne le module des indices. Le nombre des nombres premiers à ce module est $\varphi\varphi(a^\alpha) = a^{\alpha-2}\varphi(a)\,\varphi\varphi(a)$, qui est par suite celui des racines primitives.

Si l'on forme le tableau suivant, nous voyons que, quand on passe de $\alpha = 1$ à $\alpha = 2$, le nombre des racines primitives est multiplié par $\varphi(a)$.

| | |
|---|---|
| $a^1$ | ..... $\varphi\varphi(a)$ |
| $a^2$ | ... $\varphi(a)\,\varphi\varphi(a)$ |
| $a^3$ | $a\,\varphi(a)\,\varphi\varphi(a)$ |
| $a^4$ | $a^2\,\varphi(a)\,\varphi\varphi(a)$ |
| .. | .............. |
| $a^\alpha$ | $a^{\alpha-2}\,\varphi(a)\,\varphi\varphi(a)$ |

Quand $\alpha$ est supérieur à 1, en passant de $\alpha$ à $\alpha + 1$, le nombre des racines est multiplié par $a$; tout cela saute aux yeux en regardant le tableau.

On pourrait de même observer que certaines propositions ne sont pas exclusives aux racines primitives de la période maximum, mais qu'elles s'étendent à toutes les racines primitives sans exception :

| Indices | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C | 1 | 2 | 1 | 4 | 5 | 2 | 1 | 4 | 1 | 10 | 1 | 4 | 1 | 2 | 5 | 4 | 1 | 2 | 1 | 20 |
| P | 20 | 10 | 20 | 5 | 4 | 10 | 20 | 5 | 20 | 2 | 20 | 5 | 20 | 10 | 4 | 5 | 20 | 10 | 20 | 1 |
| $\varphi$(P) | 8 | 4 | 8 | 4 | 2 | 4 | 8 | 4 | 8 | 1 | 8 | 4 | 8 | 2 | 4 | 2 | 4 | 8 | 4 | 1 |
| Puiss. | 2 | 4 | 8 | 16 | 7 | 14 | 3 | 6 | 12 | 24 | 23 | 21 | 17 | 9 | 18 | 11 | 22 | 19 | 13 | 1 |

| φ(P) | P | Chiffres de Période P | Puissances entières | |
|---|---|---|---|---|
| 8 | 20 | 2, 8, 3, 12, 23, 17, 22, 13 | sont | 1 |
| 4 | 10 | 4, 14, 9, 19 | des racines | 2 |
| 4 | 5 | 16, 6, 21, 11 | primitives des | 4 |
| 2 | 4 | 7, 18 | puissances | 5 |
| 1 | 2 | 24 | entières | 10 |
| 1 | 1 | 1 | d'indice | 20 |

Ainsi, 4, 14, 9, 19, sont des racines primitives des carrés, 16, 6, 21, 11, des racines primitives des puissançes d'indice 4, et ainsi de suite.

Reportez-vous maintenant aux tables de puissances et il s'ensuivra une foule de propositions intéressantes.

Passons maintenant au module $2^n$.

Ici l'anomalie est double ; tous les facteurs sont égaux, mais $\psi(m) = \frac{\varphi(m)}{2}$, aussitôt que $n$ est plus grand que 2 ; ce qui nous fait rentrer dans la catégorie des tables à plusieurs lignes.

Pour aller plus vite en besogne, je donne la table de puissances de module $2^6$ écrite module $2^6$ et module $2^2$.

**Table de Puissance de module $2^6$.**

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 9 | 27 | 17 | $\overline{13}$ | 25 | 11 | $\overline{31}$ | $\overline{29}$ | $\overline{23}$ | $\overline{5}$ | $\overline{15}$ | 19 | $\overline{7}$ | $\overline{21}$ | 1 |
| $\overline{3}$ | 9 | $\overline{27}$ | 17 | 13 | 25 | $\overline{11}$ | $\overline{31}$ | 29 | $\overline{23}$ | 5 | $\overline{15}$ | $\overline{19}$ | $\overline{7}$ | 21 | 1 |
| | $\overline{9}$ | | 17 | | $\overline{25}$ | | $\overline{31}$ | | 23 | | $\overline{15}$ | | 7 | | 1 |
| | | | $\overline{17}$ | | | | $\overline{31}$ | | | | 15 | | | | 1 |
| | | | | | | | 31 | | | | | | | | 1 |
| | | | | | | | $\overline{1}$ | | | | | | | | 1 |

**Table de Puissance de module $2^6$ écrite module $2^2$.**

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| . | 3 | . | 1 | . | 3 | . | 1 | . | 3 | . | 1 | . | 3 | . | 1 |
| . | . | . | 3 | . | . | . | 1 | . | . | . | 3 | . | . | . | 1 |
| . | . | . | . | . | . | . | 3 | . | . | . | . | . | . | . | 1 |
| . | . | . | . | . | . | . | 3 | . | . | . | . | . | . | . | 1 |

Le nombre 3, racine primitive pour $2^2$, est racine primitive pour le module $2^n$, quel que soit $n$.

Le module des indices ici $\psi(2^6) = \frac{\varphi(2^6)}{2} = 2^4 = 16$.

Construisons par un procédé quelconque (la méthode des cycles, qui est également applicable ici, ou le calcul congruent) la première ligne et écrivons-la avec les chiffres négatifs ou positifs, suivant qu'ils sont plus grands ou moindres que 32; les lignes suivantes s'obtiennent en changeant les signes des termes de rang $2^0$, $2^1$, $2^2$.... $2^{n-3}$. Il résulte de ces changements de signe des cases vides et la raison de la vacuité est la même que pour les modules composés, car, en écrivant la table module $2^2$, les chiffres sont alternativement 3 et 1 dans chaque ligne, et 3 est racine primitive module 4; — comme explication il n'y a du reste qu'à se rapporter à la figure qui termine l'autre mémoire.

Si l'on veut raccourcir le calcul, il n'y a qu'à observer que, dans la première ligne, si on la divise en deux parties égales dans chaque moitié, la somme des termes de même rang, pris en grandeur absolue, est égale à $2^{n-1}$ et que ces termes sont de signe contraire.

Quant au module des indices, il est $2^{n-2}$, ce qui donne le nombre de termes de la ligne.

Le lecteur peut remarquer, dans la colonne de rang $2^{n-3}$, que les racines carrées de l'unité sont 31, $\overline{31}$, 1 et $\overline{1}$, et en général $2^{n-1} \pm 1$ et $2^n \pm 1$.

Je donne ci-dessous la table de module 3.17, pour que le lecteur puisse remarquer sa similitude de forme avec la table de module $2^6$.

**Table de Puissances de module 3.17.**

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 25 | 23 | 13 | 14 | 19 | $\overline{7}$ | 16 | $\overline{22}$ | $\overline{8}$ | 11 | 4 | 20 | $\overline{2}$ | 10 | 1 |
| $\overline{5}$ | 25 | | 13 | | 19 | | 16 | | $\overline{8}$ | | 4 | | $\overline{2}$ | | 1 |
| | $\overline{25}$ | | 13 | | $\overline{19}$ | | 16 | | 8 | | $\overline{4}$ | | 2 | | 1 |
| | | | $\overline{13}$ | | | | 16 | | | | $\overline{4}$ | | | | 1 |
| | | | | | | | $\overline{16}$ | | | | | | | | 1 |
| | | | | | | | $\overline{1}$ | | | | | | | | 1 |

**Même Table écrite module 3.**

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| . | 2 | . | 1 | . | 2 | . | 1 | . | 2 | . | 1 | . | 2 | . | 1 |
| . | . | . | 2 | . | . | . | 1 | . | . | . | 2 | . | . | . | 1 |
| | | | | | | | 2 | | | | | | | | 1 |
| | | | | | | | 2 | | | | | | | | 1 |

Quelle que soit la forme du module $a^1$, $a^\alpha$, $a^\alpha b^\beta c^\gamma$, la méthode des cycles est applicable pour calculer toutes les lignes, du moment où l'on connaît une racine primitive de la ligne ; en commençant le mémoire, j'ai donné un moyen pour avoir les racines primitives de module $a^\alpha$. Pour $2^n$, j'ai donné un moyen expéditif pour avoir la racine primitive de chaque ligne; le lecteur peut s'assurer, par une expérience rapide, que la méthode des cycles s'y applique.

Si le module est composé, comme 3.5 par exemple, voici comment il faudrait procéder si l'on voulait employer la méthode des cycles. Formons la table de numération :

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 0 | Mod. 3.5 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 0 | Mod. 5 |
| 1 | 2 | 0 | 1 | 2 | 0 | 1 | 2 | 0 | 1 | 2 | 0 | 1 | 2 | 0 | Mod. 3 |

Puis la table d'association et les tables des périodes :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | *a* | *b* | *c* |
| | | | $2^2$ | 2 | 1 |
| | | | 2 | 1 | 1 |
| α | 2 | 1 | A | B | B |
| β | 1 | 1 | A | B | C |
| | P | φ(P) | | | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | Indices |
| | | | 1 | 2 | 1 | 4 | C |
| | | | 2 | 4 | 3 | 1 | Puiss. |
| *a* | 2 | 4 | 2 | . | 3 | . | |
| *b* | 1 | 2 | . | 4 | . | . | |
| *c* | 1 | 1 | . | . | . | 1 | |
| | φ(P) | P | | | | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1 | 2 | Indices |
| | | | 1 | 2 | C |
| | | | 2 | 1 | Puiss. |
| α | 1 | 2 | 2 | . | |
| β | 1 | 1 | . | 1 | |
| | φ(P) | P | | | |

Par leur moyen, calculons les racines primitives des périodes :

| | Associations | Mod. |
|---|---|---|
| | 2 7 8 13 | 3-5 |
| A | 2 2 3 3 | 5 |
| | 2 1 2 1 | 3 |

| | Associations | Mod. |
|---|---|---|
| | 14 4 11 | 3-5 |
| B | 4 4 1 | 5 |
| | 2 1 1 | 3 |

Les racines primitives connues, procédons par la méthode des cycles :

| 1 | 2 | 3 | 3 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | Chiffres |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 4′ | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 | Mult. de 2 |
| 2 | 4 | 8 | 1 | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | Puissances |
| 7 | 14 | 6 | 13 | 5 | 12 | 4 | 11 | 3 | 10 | 2 | 9 | 1 | 8 | 15 | Mult. de 7 |
| 7 | 14 | 13 | 1 | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | Puissances |
| 11 | 7 | 3 | 14 | 10 | 6 | 2 | 13 | 9 | 5 | 1 | 12 | 8 | 4 | 15 | Mult. de 11 |
| 11 | 1 | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | Puissances |
| 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 15 | Mult. de 14 |
| 14 | 1 | | | | | | | | | | | | | | Puissances |

De là résulte la table des puissances :

| 1 | 2 | 3 | 4 | Ind. |
|---|---|---|---|---|
| 2 | 4 | 8 | 1 | |
| 7 | 4 | 13 | 1 | |
| . | 11 | . | 1 | |
| . | 14 | . | 1 | |

Il est incontestable que pour de petits modules il est plus court de procéder directement par le calcul. Mais mon but, en donnant cet exemple, est de montrer que la méthode des cycles est absolument générale et ne souffre pas d'exception. A mesure que les racines primitives augmentent, il devient fastidieux de compter des cases en marchant sur la piste des nombres entiers successifs; on supplée aisément à cette opération en promenant sur cette piste une bande de papier de longueur équivalente au nombre de cases à compter.

*Théorème de Wilson.* — L'étude des tables de module composé donne également une démonstration du théorème de Wilson. Au Congrès de Paris, avec M. Laisant, nous avons montré que le signe $\pm$ de 1 dépendait uniquement du nombre des racines carrées du chiffre 1. La proposition prend alors la forme suivante : « *Le produit de tous les chiffres premiers à un module M quelconque est* $+1$ *ou* $-1$, *suivant que la table des puissances a une ou plusieurs lignes*; » proposition très concise. On peut dire également « suivant que $\psi(n)$ est différent de $\varphi(m)$ ou qu'il lui est égal ».

D'ailleurs, ces propositions fondamentales, théorèmes de *Fermat*, théorèmes de *Wilson*, sont des sortes de carrefours, auxquels conduisent une foule de chemins et qui peuvent prendre une foule d'extensions différentes.

Ainsi, si l'on se rapporte à la loi des coefficients en fonction des racines, dans l'équation $x^{m-1} + \alpha \equiv o$, le dernier terme est égal à $\pm s_n$, c'est-à-dire au produit des $n$ racines pris avec le signe $+$ ou $-$ suivant que $n$ est pair ou impair; or $(m-1)$ est toujours un nombre pair, $m$ étant premier impair.

Cette loi s'applique également aux tables de puissances d'imaginaires de module premier impair, « le produit de tous les termes de la table est égal à $-1$ ».

En effet, le module des indices pour ces tables est $m^n - 1$. L'indice d'un produit est égal à la somme des indices des facteurs, c'est-à-dire $\frac{(1+o)(m^n-1)}{2}$; or, dans les tables de puissances d'imaginaires l'indice $\frac{m^n-1}{2}$ correspond au terme $-1$.

C'est même là un des moyens que le calculateur a à sa disposition pour raccourcir le calcul des tables de puissances d'imaginaires; quand on a écrit la première moitié de la table, on obtient la seconde moitié en changeant les signes des coefficients de $i^0$, $i^1$, $i^2 \ldots\ldots i^{n-1}$.

On peut de même considérer le produit des termes de la table des puissances d'un chiffre quelconque.

La loi serait alors : si le nombre de termes de la période P est impair, le produit de tous les termes égale + 1; si P est pair, ce produit égale — 1.

Pour en montrer la raison, prenons ci-dessus les tableaux concernant les racines primitives des tables de diverses périodes et formons le tableau suivant des indices successifs.

| Σ | P | | |
|---|---|---|---|
| 10 | 10 | 2 4 6 8 10 12 14 16 18 \| 20 | Période des $2^{mes}$ puissances |
| 20 | 5 | 4 8 12 16 \| 20 | $4^{mes}$ |
| 10 | 4 | 5 10 15 \| 20 | $5^{mes}$ |
| 10 | 2 | 10 \| 20 | $10^{mes}$ |
| 20 | 1 | 20 | $20^{mes}$ |

Faisons abstraction de 20 qui est égal à zéro. Dans le reste de la suite, la somme des termes à égale distance des extrêmes $= 20 = 0$; suivant que P est pair ou impair, il y a un terme moyen ou il n'y en a pas, et alors la somme est égale à 10 ou à 20; or l'indice 10 correspond à — 1 et l'indice 20 à + 1.

Ainsi que je l'ai dit plus haut, les chiffres doivent être considérés comme des imaginaires du premier degré et ce que je viens de dire concernant le module $5^2$ s'applique également aux périodes diverses des tables de puissance des imaginaires. Ainsi, par exemple, soit $m = 7$, $n = 3$.

Le module des indices est $7^3 - 1 = 342 = 2.3^2.19$. Prenons l'imaginaire $1 + 5i + 2i^2$ qui a l'indice 18 sur la table des puissances de la racine primitive $i + i^2$.

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 18 | $1 + 5i + 2i^2$ |
| 2 | 36 | $5 + i + i^2$ |
| 3 | 54 | $5 + 4i + 2i^2$ |
| 4 | 72 | $3 + 6i + 4i^2$ |
| 5 | 90 | $1 + 3i + 5i^2$ |
| 6 | 108 | $3 + 3i + i^2$ |
| 7 | 126 | $1 + 3i + i^2$ |
| 8 | 144 | $6 + 4i^2$ |
| 9 | 162 | $3 + 5i + 2i^2$ |
| 10 | 180 | $4i + 5i^2$ |
| 11 | 198 | $1 + 6i + 4i^2$ |
| 12 | 216 | $6 + i^2$ |
| 13 | 234 | $i + 6i^2$ |
| 14 | 252 | $5 + 2i + 4i^2$ |
| 15 | 270 | $2i + 3i^2$ |
| 16 | 288 | $1 + 6i + 6i^2$ |
| 17 | 306 | $1 + 5i + 3i^2$ |
| 18 | 324 | $6 + 2i^2$ |
| 19 | 342 | 1 |

Si nous faisons le produit de toutes les imaginaires de cette table, ce produit correspondra à la somme des indices. Au lieu d'opérer sur les imaginaires, opérons sur les indices de cette table spéciale. Nous avons le module des indices 19, qui égale zéro — mettons le de côté; — prenons des indices à égale distance des extrêmes dans la suite qui reste (1 + 18), (2 + 17) ..... (9 + 10) et faisons leur somme; nous avons constamment 0; la somme totale des indices est donc égale à zéro; le produit de toutes les imaginaires égale + 1.

Faisons maintenant la table de puissances de l'imaginaire $6i^2$ d'indice 19; nous avons la table suivante :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 19 | . | . | $6i^2$ |
| 2 | 38 | | $3i$ | |
| 3 | 57 | 5 | | |
| 4 | 76 | | | $2i^2$ |
| 5 | 95 | | $i$ | |
| 6 | 114 | 4 | | |
| 7 | 133 | | | $3i^2$ |
| 8 | 152 | | $5i$ | |
| 9 | 171 | 6 | | |
| 10 | 190 | | | $i^2$ |
| 11 | 209 | | $4i$ | |
| 12 | 228 | 2 | | |
| 13 | 247 | | | $5i^2$ |
| 14 | 266 | | $6i$ | |
| 15 | 285 | 3 | | |
| 16 | 304 | | | $4i^2$ |
| 17 | 323 | | $2i$ | |
| 18 | 342 | 1 | | |

Faisons la même opération que précédemment; mettons de côté 18 module des indices $\equiv 0$, et faisons les sommes des indices à égale distance des extrêmes $(1 + 17)$, $(2 + 16)$ ..... $(8 + 10)$ toutes ces sommes sont égales à zéro. Mais il reste l'indice 9 qui n'a pas d'associé qui correspond à l'indice 171 de la table générale et à l'imaginaire $6 + oi + oi^2 = -1$. Nous retrouvons donc la même loi que ci-dessus.

Maintenant faisons le produit général des termes d'une table par les termes de l'autre; nous retrouvons la table complète de base $i + i^2$ et le produit de tous les termes $= (+1)(-1) = -1$.

Si nous opérons sur chacune de ces deux tables, pour connaître les imaginaires à insérer dans une même case, dans le premier tableau prenons par exemple $3 + 6i + 4i^2$, indice 4; nous avons $4 \times 7 = 28 = 9$ correspondant à $3 + 5i + 2i^2$; puis $9 \times 7 = 63 = 6$ correspondant à $3 + 3i + i^2$ et voilà les trois solutions associées.

Si sur la seconde nous prenons par exemple $6i^2$, ayant 1 pour indice, $1 \times 7 = 7$ correspondant à $3i^2$ sera la seconde associée et $7 \times 7 = 49 = 13$ correspondant à $5i^2$ sera la troisième. — Voilà de même ici nos trois associées.

Dans la première opération on congrue par 19, module des indices de la première table, — et dans la seconde par 18, module des indices de la seconde.

Si j'ai donné ces exemples, c'est pour bien faire comprendre le mécanisme des opérations, — en vertu du principe de métaphysique positive : LE CONCRET N'EXISTE QUE PAR L'ABSTRAIT ; ET L'ABSTRAIT SANS LE CONCRET EST INCOMPRÉHENSIBLE.

Les pages qui précèdent contiennent implicitement une foule de propositions qui se passent de démonstrations, et c'est en cela surtout que consiste l'avantage de la méthode graphique ; elle est claire, concise et précise, elle dispense de ces longs raisonnements et du *c q f d* qui les résume ; tout *visuel* y voit le pourquoi aussi bien que le comment des choses qui y sont exposées. Chacun, sans initiation, y lit ce qui lui plaît ; elle intéresse et ne rebute pas ; ses qualités sont nombreuses, ses défauts bien légers. Depuis quelque temps on y revient, avec juste raison, pour l'exposition et les recherches, dans la plupart des sciences ; il me semble (peut-être est-ce là une illusion de visuel) qu'on pourrait avec avantage l'appliquer aux mathématiques pures, surtout en ce qui concerne l'enseignement.

Les visuels sont très nombreux et la belle étude de *M. Alfred Binet* sur *la psychologie des grands calculateurs et joueurs d'échecs*, montre clairement que visuels, auditifs ou moteurs, procèdent dans leurs opérations mentales d'une manière appropriée à la conformation de leurs cerveaux. L'emploi exclusif de la méthode symbolique n'écarte-t-il pas de l'étude des mathématiques une foule d'hommes de grande intelligence qui auraient fait progresser la science? Tout me semble indiquer qu'on peut répondre par l'affirmative.

En écrivant ce mémoire, mon but n'a pas été de faire un traité didactique de la question des modules composés dans les fonctions arithmétiques, mais de la signaler à l'attention des mathématiciens. Le lecteur trouvera sans doute que mon exposition laisse à désirer ; j'en conviens : mon âge et mes infirmités me servent d'excuse. J'ai cherché à fournir des matériaux de travail plutôt que de présenter un travail achevé ; un jour ou l'autre, demain ou dans un siècle, j'ai le ferme espoir que les idées jetées ici attireront l'attention de quelque mathématicien et qu'elles pourront contribuer au progrès de l'arithmétique et à l'enseignement de la science des nombres.

Dans de précédents mémoires j'ai donné des tables diverses concernant les équations du 2me, 3me, 4me degré de module 5 ; je vais ici compléter ce qui concerne ce module. Voici d'abord la table des puissances de l'imaginaire $2 + oi + i^2 + i^3$, jusqu'à l'indice $156 = \frac{m^n - 1}{m - 1}$.

Pour être plus concis, j'écrirai désormais les imaginaires en supprimant les symboles $i^0$, $i^1$, $i^2$ — $i^n$ et remplaçant les termes à coefficients égaux à zéro par des points.

**Table de Puissances des imaginaires du quatrième degré, module 5, avec $i^4 = 2$.**

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2.11 | 24 | 4433 | 46 | 2 44 | 69 | 1332 | 91 | .3.4 | 114 | 4242 | 135 | 13.3 |
| 2 | 1414 | 25 | 2.14 | 47 | 213. | 70 | 4113 | 92 | 1431 | 115 | .110 | 136 | 322. |
| 3 | 2313 | 26 | 1.2. | 48 | 2333 | 71 | 2.21 | 93 | 1142 | 116 | 4421 | 137 | 432. |
| 4 | 24.1 | 27 | 14 1 | 49 | 1341 | 72 | 3134 | 94 | 2431 | 117 | .4.. | 138 | 3.32 |
| 5 | 2.43 | 28 | ..32 | 50 | 1111 | 73 | 4122 | 95 | 31.4 | 118 | 33.4 | 139 | 2.32 |
| 6 | 2413 | 29 | 1..4 | 51 | 11.4 | 74 | 4.24 | 96 | 334. | 119 | 2414 | 140 | ..21 |
| 7 | 41.2 | 30 | 2344 | 52 | 4.4. | 75 | 2212 | 97 | .411 | 120 | 4324 | 141 | 4112 |
| 8 | .134 | 31 | 3233 | 53 | 1324 | 76 | ..33 | 98 | .241 | 121 | 331. | 142 | 23.4 |
| 9 | 3144 | 32 | 11.1 | 54 | 2332 | 77 | 1221 | 99 | 24.4 | 122 | 43 1 | 143 | .4.3 |
| 10 | 1342 | 33 | 4434 | 55 | 1124 | 78 | ..2 | 100 | 21.4 | 123 | 4314 | 144 | 341 |
| 11 | 1333 | 34 | 2231 | 56 | 343. | 79 | 444. | 101 | 1..1 | 124 | 134. | 145 | 1..2 |
| 12 | 433. | 35 | 42 1 | 57 | .442 | 80 | 4123 | 102 | 2233 | 125 | 2.42 | 146 | 24.. |
| 13 | .2.2 | 36 | 2113 | 58 | 1 23 | 81 | 4241 | 103 | 414. | 126 | 2241 | 147 | 2321 |
| 14 | 4341 | 37 | 3..4 | 59 | 1 12 | 82 | 443 | 104 | 3 2. | 127 | 1421 | 148 | 4232 |
| 15 | 2144 | 38 | 1311 | 60 | 412. | 83 | 124. | 105 | 423 | 128 | 4422 | 149 | 344 |
| 16 | 4331 | 39 | ...1 | 61 | 413. | 84 | 4243 | 106 | 23.. | 129 | .122 | 150 | 2112 |
| 17 | .424 | 40 | .222 | 62 | 13.. | 85 | .332 | 107 | .12. | 130 | 1.3. | 151 | 3332 |
| 18 | 2.22 | 41 | 3231 | 63 | 3114 | 86 | 21.2 | 108 | 1141 | 131 | 3121 | 152 | 313. |
| 19 | 33.1 | 42 | 1212 | 64 | .232 | 87 | 1112 | 109 | 2214 | 132 | 2341 | 153 | 4344 |
| 20 | 23.3 | 43 | 3.22 | 65 | 4 1 | 88 | 1321 | 110 | .422 | 133 | 3122 | 154 | 22.. |
| 21 | .231 | 44 | .312 | 66 | 3.21 | 89 | 2221 | 111 | 2133 | 134 | 2.13 | 155 | 3424 |
| 22 | .234 | 45 | 3212 | 67 | 14. | 90 | 2.31 | 112 | 2444 | | | 156 | 3... |
| 23 | .34. | | | 68 | ..31 | | | 113 | .434 | | | | |

Quand, au moyen de ce fragment de table on veut obtenir l'imaginaire correspondant à un indice donné, voici la procédure à suivre : si l'indice est inférieur à 156, la table donne immédiatement l'imaginaire; s'il est supérieur à 156, on retranche de l'indice le plus grand multiple de 156 qui y est contenu; on prend l'imaginaire correspondant au reste et on la multiplie par le chiffre correspondant dans le petit tableau suivant :

| | | |
|---|---|---|
| 156 | 312 | 468 |
| 3 | 4 | 2 |

Ce qui donne l'imaginaire demandée.

Si l'on veut résoudre l'opération inverse, trouver l'indice correspondant à une imaginaire donnée, on commence par chercher si l'imaginaire est dans la table; si elle n'y est pas, on la multiplie par (2, 3, 4); un des résultats sera forcément sur la table. Prenons son indice et ajoutons lui le nombre qui, sur la table ci-contre, correspond au multiplicateur; la somme donne l'indice demandé.

| 468 | 312 | 156 |
|---|---|---|
| 3 | 4 | 2 |

Maintenant, pour calculer la case où une imaginaire quelconque doit être casée, on peut procéder de la façon suivante : on prend

l'indice I de l'imaginaire et l'on a

| | | | |
|---|---|---|---|
| $\Sigma_1$ | $= 4$ | fois la partie réelle de l'imaginaire correspondant à l'indice | I (1) |
| $\Sigma_2$ | $= 4 + 2$ | | I (1 + 5)<br>I (1 + 25) |
| $\Sigma_3$ | $= 4$ | | I (1 + 5 + 25) |
| $\Sigma_4$ | $= 1$ | | I (1 + 5 + 25 + 125) |

puis on fait $d = -\Sigma_1$, $c = \Sigma_2$, $b = -\Sigma_3$, $a = \Sigma_4$.

Au Congrès d'Ajaccio, j'ai résolu la question des imaginaires du troisième degré module 5, en employant la formule algébrique dite de Cardan. Je vais ici résoudre la même question d'après les procédés d'*Évariste Galois.*

Tant qu'on ne dépasse pas le troisième degré, toute case blanche des espaces arithmétiques donnant les solutions réelles des équations correspond à une fonction irréductible, et toute fonction irréductible donne une équation réductrice pour ramener toutes les imaginaires résultant des calculs à une forme dans laquelle les exposants de $i$ sont inférieurs au degré de l'équation.

De plus, pour le module 5 et le troisième degré, toute case blanche prise dans une des colonnes dans lesquelles $a = (2,3)$ est une case à racines primitives. (Je traiterai la question générale concernant ce sujet dans un prochain mémoire.)

Prenons donc au hasard une de ces cases, soit 042. Nous avons l'équation réductrice $x^3 + 4x + 2 \equiv 0$ ou $x^3 \equiv 3 + x$, ou enfin $i^3 = 3 + i \equiv 31$, suivant notre manière d'écrire les imaginaires.

Ici il est bon de faire une remarque; dans les calculs concernant les fonctions, on ordonne la fonction suivant les puissances décroissantes de $x$ et, dans ceux concernant les imaginaires, on ordonne suivant les puissances croissantes de $i$, ce qui donne certaines facilités dans les calculs.

Si nous prenons pour base de la table une imaginaire résolvant l'équation $x^3 + 4x + 2 \equiv 0$ et que nous la représentions par $i$, c'est-à-dire par .1., nous avons la table suivante :

**Table des puissances $m = 5$, $n = 3$.**
**Équation réductrice $x^3 + 4x + 2 = 0$.**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Indices | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Imag. | 1. | ..1 | 31. | .31 | 313 | 411 | 301 |
| Cases | 042 | 311 | 113 | 304 | 042 | 141 | 403 |
| Indices | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| Imag. | 340 | .34 | 243 | 4.4 | 23. | .23 | 432 |
| Cases | 114 | 242 | 311 | 033 | 434 | 412 | 411 |
| Indices | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
| Imag. | 113 | 441 | 304 | 22. | .22 | 122 | 132 |
| Cases | 113 | 134 | 312 | 431 | 143 | 304 | 322 |
| Indices | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 |
| Imag. | 133 | 443 | 424 | 232 | 143 | 444 | 234 |
| Cases | 141 | 213 | 024 | 042 | 141 | 033 | 134 |
| Indices | 29 | 30 | 31 | | | | |
| Imag. | 213 | 401 | 3.. | | | | |
| Cases | 322 | 141 | 123 | | | | |

Dans cette table chaque terme se calcule en multipliant par $i$, celui qui le précède. Quand de cette multiplication il résulte des termes en $i^3$, on remplace $i^3$ par 31. et on raccourcit le calcul au moyen de la table suivante :

$$i^3 = 31. \quad | \quad 2i^3 = 12. \quad | \quad 3i^3 = 43. \quad | \quad 4i^3 = 24. \quad |$$

Quant au calcul de la case où l'on doit loger chaque imaginaire, comme on n'a plus ici les ressources spéciales au moyen desquelles j'ai obtenu certains procédés abréviatifs, il n'y a qu'à procéder suivant la méthode générale que je vais donner brièvement ici.

*Toute fonction d'un degré n quelconque peut s'écrire :*

$$(-1)^0 \Sigma_0 x^n + (-1)^1 \Sigma_1 x^{n-1} + (-1)^2 \Sigma_2 x^{n-2} + \dots\dots$$
$$\dots\dots + (-1)^n \Sigma_n x^0 .$$

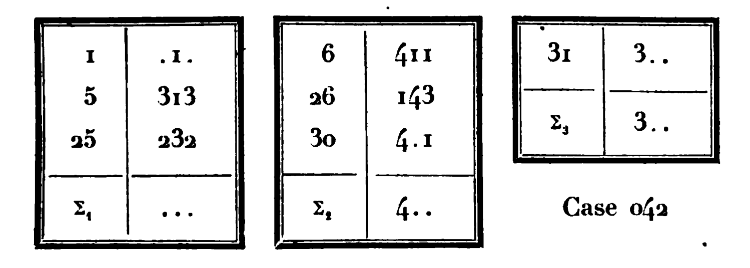
En désignant par $\Sigma_\nu$ la somme des produits $\nu$ à $\nu$ des solutions.

Pour calculer ces produits, nous remarquerons que, I étant l'indice d'une imaginaire, les indices des autres solutions sont I ($m^1$, $m^2$....., $m^{n-1}$).

Les produits d'imaginaires correspondant aux sommes de leurs indices, il est plus court et plus commode de procéder aux calculs, au moyen des indices.

Fidèle à ma manière générale d'exposer, je vais procéder par des exemples facile à généraliser.

Soit 1 l'indice de l'imaginaire .1.



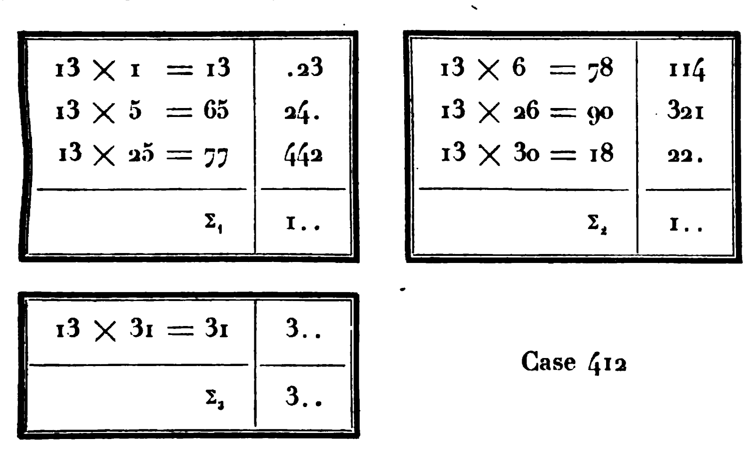
| | |
|---|---|
| 1 | .1. |
| 5 | 313 |
| 25 | 232 |
| $\Sigma_1$ | ... |

| | |
|---|---|
| 6 | 411 |
| 26 | 143 |
| 30 | 4.1 |
| $\Sigma_2$ | 4.. |

| | |
|---|---|
| 31 | 3.. |
| $\Sigma_3$ | 3.. |

Case 042

Soit maintenant 13 l'indice de .23



| | |
|---|---|
| $13 \times 1 = 13$ | .23 |
| $13 \times 5 = 65$ | 24. |
| $13 \times 25 = 77$ | 442 |
| $\Sigma_1$ | 1.. |

| | |
|---|---|
| $13 \times 6 = 78$ | 114 |
| $13 \times 26 = 90$ | 321 |
| $13 \times 30 = 18$ | 22. |
| $\Sigma_2$ | 1.. |

| | |
|---|---|
| $13 \times 31 = 31$ | 3.. |
| $\Sigma_3$ | 3.. |

Case 412

Il me semble inutile de dire que (1, 5, 25) sont les sommes des indices pris 1 à 1 ; $1 + 5 = 6$, $1 + 25 = 26$, $5 + 25 = 30$ les sommes des indices pris 2 à 2 et $1 + 5 + 25 = 31$ la somme des indices pris 3 à 3.

Les calculs sur les indices se font d'une manière générale en congruant par le module des indices qui ici est 124.

Le fait de donner 1 pour puissance d'indice ($m - 1$) n'est pas un critérium servant à affirmer que $m$ est premier. Ainsi Lucas (*id.* p. 422), sous le titre *Vérifier la Congruence* $2^{37.73-1} \equiv 1$ (mod. 37.73), donne un cas de module composé pour lequel la puissance d'indice ($m - 1$) d'un certain chiffre est égale à 1.

*Ce fait se reproduira pour tous les nombres composés, suivant le chiffre qu'on essayera.*

Les périodes pour un module composé sont les diviseurs de $\psi(m)$; représentons-les par $P_1$. Toutes les fois que ($m - 1$) sera un multiple de $P_1$, la puissance d'indice ($m - 1$) du chiffre essayé donnera 1 pour résultat. Pour le cas de $2701 = 37.73$, on a $\psi(m) = 72 = 2^3.3^2$ et $2700 = 2^2.3^3.5^2$. Lucas choisit le chiffre 2 dont la période est de 36; 2700 étant un multiple de 36, $2^{2700}$ sera forcément 1.

*Mais, si le chiffre choisi a une période qui ne soit pas un diviseur de* (m — 1), *la puissance d'indice* (m — 1) *de ce chiffre sera différente de 1.*

Ainsi, pour 2701, si, au lieu d'essayer 2 on essaye un chiffre de période 72, par exemple, 5, 7, 11, 13, 14, 15, 17..... la puissance d'indice 2700 sera un chiffre différent de 1. *On a donc un critérium certain que 2701 n'est pas premier.*

*Le calculateur a donc à son service deux ressources ; ou d'avoir la certitude que le nombre est premier, ou d'avoir celle qu'il est composé.*

Je laisse au lecteur le soin de calculer le nombre de chances que l'on a de réussir dans ses essais.

Pour un nombre premier, c'est le rapport de $\varphi(m - 1)$ à ($m - 1$). Pour un nombre composé, ce rapport peut se calculer au moyen des études qui précèdent.

---

# M. L. LECORNU

Ingénieur en chef des Mines, à Paris

## SUR LES MOUVEMENTS PLANÉTAIRES [U 1]

*— Séance du 6 août —*

I. — Les principales propriétés du mouvement d'une planète autour du soleil peuvent s'établir, comme nous allons le voir, par une méthode élémentaire, presque entièrement géométrique. Soient $k$ la constante de l'attraction, $h$ la constante des forces vives, C la constante des aires. Appelons $r$ le rayon vecteur, $p$ la distance du soleil à la tangente, $v$ la vitesse. La mécanique fournit les deux équations :

$$(1) \qquad \frac{k}{r} - \frac{v^2}{2} = h \qquad\qquad (2) \qquad pv = C$$

d'où, par l'élimination de $v$ :

$$(3) \qquad \frac{k}{r} = \frac{C^2}{2p^2} + h.$$

C'est l'équation différentielle de la trajectoire. Pour l'interpréter, cherchons la podaire de cette trajectoire par rapport au soleil S. (*Fig. 1*). On sait que la tangente au point H de la podaire forme avec le rayon SH un angle égal à celui que la tangente HP à la trajectoire de la planète P forme avec le rayon SP. Si donc $q$ désigne la distance de

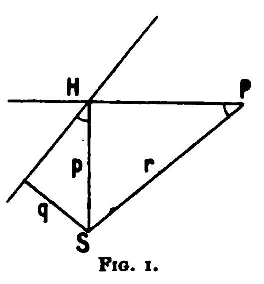


Fig. 1.

S à la tangente en H à la podaire, on a $\frac{q}{p} = \frac{p}{r}$ d'où $r = \frac{p^2}{q}$. L'équation (3) devient ainsi :

$$(4) \qquad q = \frac{C^2}{2k} + \frac{h}{k} = p^2$$

D'autre part, considérons un cercle (*Fig. 2*) de centre O et de rayon $a$; marquons un point fixe $S_1$ dans le plan de ce cercle, à la distance $c$ du centre. Soit M un point quelconque de la circonférence situé à la distance $S_1M = p_1$ de $S_1$ et soit $q_1$ la distance de $S_1$ à la tangente en M. En abaissant la perpendiculaire $S_1E$ sur le rayon OM, on trouve immédiatement :

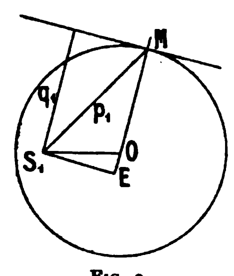


Fig. 2.

$$p_1^2 = q_1^2 + S_1E^2 = q_1^2 + c^2 - (q_1 - a)^2 = c^2 + 2\,aq_1 - a^2$$

ou bien, en posant $a^2 - c^2 = b^2$ :

$$q_1 = \frac{b^2}{2\,a} + \frac{1}{2\,a}\,p_1^2$$

Cette équation, abstraction faite des indices, devient identique à (4) si l'on prend :

(5) $$\frac{1}{2\,a} = \frac{h}{k}$$ (6) $$\frac{b^2}{a} = \frac{C^2}{k}.$$

Ce lieu de H (*Fig. 1*) est donc une circonférence. On en conclut immédiatement que le point P décrit une conique admettant cette circonférence comme circonférence principale. Les axes de la conique sont égaux à $a$ et $b$. Sa nature dépend du signe de $a$, tel qu'il résulte de l'équation (5). La constante $k$ de l'attraction étant essentiellement positive, le signe de $a$ est le même que celui de $h$. Suivant que $h$ est positif, nul ou négatif, on a une ellipse, une parabole ou une hyperbole. Nous supposerons désormais qu'on est dans le cas de l'ellipse. La formule (6) donne immédiatement le paramètre.

L'élimination de $h$ entre les équations (1) et (5) conduit à la relation fondamentale :

(7) $$\frac{1}{a} = \frac{2}{r} - \frac{v^2}{k}$$

sur laquelle nous reviendrons bientôt.

En remplaçant dans l'équation (6) la constante des aires par sa valeur $\frac{2\pi a b}{T}$ (T désignant la durée de la révolution), on trouve cette autre relation fondamentale :

(8) $$k = \frac{4\pi^2 a^3}{T^2}$$

qui permet, comme l'on sait, d'interpréter la troisième loi de Képler.

Rappelons, d'autre part, qu'en considérant l'ellipse comme projection de son cercle principal et appelant $u$ l'angle auxiliaire NOA (*Fig. 3*), c'est-à-dire l'anomalie excentrique de Képler et $\theta$ l'angle POA, l'on a :

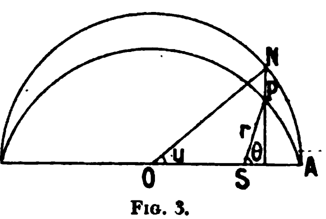


Fig. 3.

$$\frac{2\pi t}{T} = u - \frac{c}{a}\sin u$$

(9) $$r = a - c\cos u$$

$$r\cos\theta = a\cos u - c$$

$$r\sin\theta = b\sin u.$$

II. — Le mouvement de la planète sur son orbite, tel qu'il résulte des formules précédentes, est susceptible d'une interprétation remarquable.

Faisons rouler, sur une droite fixe, une circonférence de rayon $a$. Un point M (*Fig. 4*) situé à la distance $c$ du centre, décrit une cycloïde raccourcie. Soient $r$ sa distance à la base du roulement, $x$ sa distance à une droite fixe, perpendiculaire à la base, et $u$ l'angle MOC. L'on a :

Fig. 4.

$$x = au - c\sin u$$

$$r = a - c\cos u$$

Ces formules deviennent identiques aux deux premières du groupe (9) si l'on pose $\frac{2\pi t}{T} = \frac{x}{a}$.

D'après cela :

*Si une circonférence roule sur une droite horizontale, de telle manière qu'un point* M *de son plan se meuve uniformément en projection horizontale, la distance de ce point à la droite varie suivant la même loi que le rayon vecteur d'une planète pour laquelle le demi-grand axe de l'orbite et la demi-distance focale seraient égaux respectivement au rayon de la circonférence roulante et à la distance du point* M *au centre.*

Ce résultat peut encore s'énoncer d'une autre manière. La vitesse de rotation est $\frac{du}{dt}$. Mais $\frac{2\pi a}{T} = (a - c\cos u)\frac{du}{dt} = r\frac{du}{dt}$. La cir-

conférence roule donc avec une vitesse angulaire inversement proportionnelle, à chaque instant, à la distance du point M à la base.

L'angle polaire $\theta$ de la trajectoire elliptique peut être également représenté d'nne façon assez simple. Abaissons la perpendiculaire CH sur OM et divisons cette perpendiculaire dans le rapport $\frac{BH}{CH} = \frac{b}{a}$. L'angle HMB est égal à $\theta$. Cette propriété résulte immédiatement de la comparaison des figures 3 et 4. De plus, MB est égal à $r$, et la parallèle à OM menée par le point B rencontre la verticale OC à une distance du centre O égale à $b$; c'est ce que montrent les deux dernières équations du groupe (9).

III. — Ces considérations sont applicables au cas général d'un mobile attiré par un centre fixe en raison inverse du carré de la distance. Pour abréger le langage, je continuerai à appeler *soleil* le centre d'attraction et *planète* le point attiré. Je reste d'ailleurs dans l'hypothèse où la trajectoire est elliptique et où, par conséquent, $v^2$ est inférieur à $\frac{2k}{r}$.

Imaginons que la planète soit originairement placée en un point donné P, à une distance $r_0$ du soleil S (*Fig.* 5), et qu'elle soit lancée

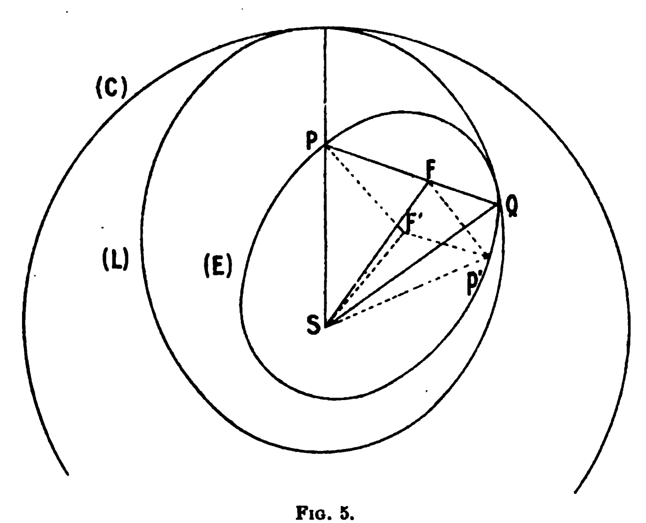



Fig. 5.

avec une vitesse initiale $v_0$ dans un plan fixe passant par PS. En faisant varier la direction de la vitesse initiale, on obtient diverses ellipses (E) pour lesquelles, en vertu de la formule (7), la longueur du grand axe est la même, et qui sont par suite, en vertu de la for-

mule (8). parcourues dans le même temps T. Toutes ces ellipses admettent le même cercle directeur C, de rayon $2a$, ayant le soleil pour centre. Le lieu du second foyer F est une circonférence de centre P et de rayon $2a - r_0$. Pour construire la trajectoire passant par deux points donnés P et P′, il suffit de remarquer que, $a$ étant connu, on connaît les distances du second foyer, F, à ces deux points. Il y a évidemment deux solutions.

Cherchons l'intersection de deux trajectoires admettant le même point de départ P et la même vitesse initiale $v_0$. Soient F et F′ les seconds foyers de ces deux courbes et soit P′ un point d'intersection autre que P. On a $P'F + P'S = P'F' + P'S$, d'où $P'F = P'F'$. Mais déjà $PF = PF'$. Le point P′ se trouve donc, comme P, sur la perpendiculaire au milieu de FF′. On en conclut que les deux coniques n'ont qu'un point d'intersection réel en dehors de P. Si F′ se rapproche indéfiniment de F, la position limite de P′ se trouve sur le prolongement de PF. La corde focale PQ détermine donc le point de contact Q de l'ellipse avec son enveloppe.

Il est aisé de trouver le lieu de Q. On a en effet $PF = 2a - r_0$ et $FQ + QS = 2a$, d'où $PQ + QS = 4a - r_0$. Le lieu de Q, c'est-à-dire l'enveloppe des ellipses (E), est donc une ellipse (L) dont les foyers se trouvent en S et P. Cette dernière propriété est énoncée, sans démonstration, dans les *Exercices de Mécanique rationnelle* de M. de Saint-Germain ($2^{me}$ édition, page 261).

L'ellipse (L) a pour grand axe $4a - r_0$. Elle est tangente au cercle directeur (C). Elle délimite les régions du plan qu'il est possible d'atteindre en partant de P avec la vitesse initiale $v_0$, c'est-à-dire le *domaine* correspondant à cette vitesse initiale. En faisant varier $v_0$ sans changer la position initiale P, on fait varier l'enveloppe (L). L'ensemble de ces enveloppes constitue un système d'ellipses homofocales. Il est clair que, si la vitesse initiale est dirigée d'une manière quelconque dans l'espace au lieu d'être contenue dans un plan fixe, la limite de chaque domaine devient un ellipsoïde de révolution et l'ensemble forme un système d'ellipsoïdes de révolution homofocaux.

Pour une valeur donnée de $v_0$, le lieu des centres des ellipses (E) est homothétique, par rapport à S, du lieu des foyers F : c'est donc une circonférence. On en conclut que le lieu des périhélies et des aphélies est un limaçon de Pascal. Le lieu des extrémités du petit axe est évidemment une circonférence de rayon $a$.

IV. — Si le point attirant S s'éloigne à l'infini dans une direction déterminée et si, en même temps, la constante K grandit de telle

manière que $\frac{K}{r_0^2}$ tende vers une limite finie $g$, on se trouve finalement en présence du mouvement d'un projectile pesant. L'ellipse E dégénère en parabole. L'ellipse enveloppe L devient la parabole de sûreté. Le cercle directeur C a pour limite la directrice commune à toutes les paraboles de tir.

Pour voir ce que deviennent les équations (9) dans ce cas extrême, il convient de compter les angles à partir de la ligne SF, dirigée vers l'aphélie, tandis que les formules (9) sont écrites, suivant l'usage, en dirigeant l'axe polaire vers le périhélie. Cela revient à remplacer $u$ et $\theta$ par $\pi - u$ et $\pi - \theta$. En comptant, en outre, le temps à partir de l'instant du passage à l'aphélie et désignant par $n$ le moyen mouvement $\frac{2\pi}{T}$, on a :

$$nt = u + \frac{c}{a}\sin u \qquad r = a\left(1 + \frac{c}{a}\cos u\right)$$

Mais $\frac{c}{a}$ tend vers l'unité et il en est de même du rapport $\frac{r}{2a}$, en vertu de la formule (7). Cela exige que $u$ devienne infiniment petit. On peut alors écrire :

$$nt = 2u \qquad r = 2a - a\frac{u^2}{2}$$

D'ailleurs, $n = \frac{C}{ab}$, ou, d'après (6), $n = \frac{1}{a}\sqrt{\frac{k}{a}}$

Si l'on remplace $k$ par $gr_0^2$, on a : $n = \frac{r_0}{a}\sqrt{\frac{g}{a}} = 2\sqrt{\frac{g}{a}}$

d'où $u = t\sqrt{\frac{g}{a}}$ et $r = 2a - \frac{1}{2}gt^2$.

On vérifie ainsi que l'accélération verticale du mouvement limite est égale à $g$. En projection horizontale, le mouvement limite est représenté par la limite de la fonction $r \sin \theta$, égale à $bu$ ou $bt\sqrt{\frac{g}{a}}$. Soit $\alpha$ l'inclinaison de la vitesse initiale $v_0$ sur la perpendiculaire au rayon vecteur. On a : $C = p_0 v_0 = v_0 r_0 \cos \alpha = 2\,ab\sqrt{\frac{g}{a}}$, ce qui permet d'écrire : lim. $r \sin \theta = \frac{v_0 r_0 \cos \alpha . t}{2a} = v_0 \cos \alpha . t$, et l'on retrouve la loi connue.

La représentation du mouvement planétaire par la cycloïde raccourcie de la figure 4 peut être considérée comme une généralisation du mouvement parabolique : en projection horizontale, le mou-

vement de M est uniforme, comme pour le cas du mobile pesant; en projection verticale, ce mouvement obéit à la loi $r = a\left(1 + \frac{c}{a}\cos u\right)$ et, pour les valeurs infiniment petites de $u$, devient uniformément varié.

---

# M. le Commandant E.-N. BARISIEN

en mission à Constantinople

## SUR CERTAINS POINTS REMARQUABLES D'UNE CONIQUE

[M' 3 j]

— *Séance du 6 août* —

*Cas de la conique à centre, et en particulier de l'ellipse*

Étant donnée une ellipse de centre O, si on considère trois points M, P, Q de la courbe, on sait que, si les points P et Q viennent se confondre avec M, le centre du cercle circonscrit au triangle MPQ devient, à la *limite, le centre de courbure* C relatif au point M.

Il est intéressant de se demander ce que devient, à la limite, l'orthocentre de ce même triangle MPQ.

D'après les positions respectives du centre du cercle circonscrit, du centre de gravité et de l'ortho centre d'un même triangle, il est bien évident que l'on aura la position de l'ortho centre limite H en prolongeant CM de MH = 2MC.

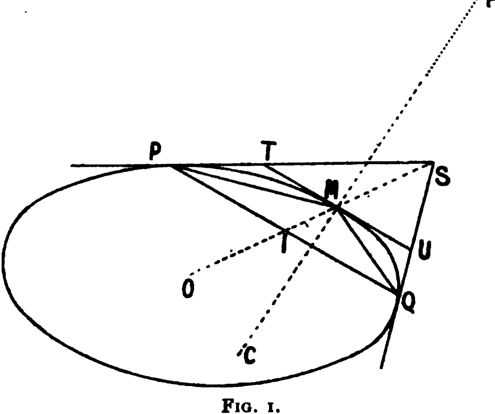


Fig. 1.

Ce point H pourrait être dénommé, par analogie avec le centre de courbure, *orthocentre de courbure*, ou ortho centre du triangle formé par trois points infiniment voisins.

On pourra aussi considérer le centre du cercle des neuf points $\omega$ du triangle MPQ; ce point $\omega$ est le milieu de CH.

Mais on peut encore considérer deux autres triangles. Soit S le pôle de la corde PQ par rapport à l'ellipse. La tangente en M rencontre PS en T et QS en U. On pourra envisager ce que deviennent certains points remarquables des triangles SPQ et STU. Nous allons donc déterminer ce que deviennent les points $C_1$, $H_1$, $\omega_1$ de SPQ et les points $C_2$, $H_2$, $\omega_2$ de STU, lorsque les points P et Q se confondent avec M. Il suffit de déterminer la position limite des centres des cercles $C_1$ et $C_2$. Or, pour étudier la limite des cercles circonscrits aux triangles SPQ et STU, il suffit d'étudier cette limite sur le cercle circonscrit au triangle MPQ, c'est-à-dire sur le cercle osculateur en M (*Fig.* 2), de rayon R.

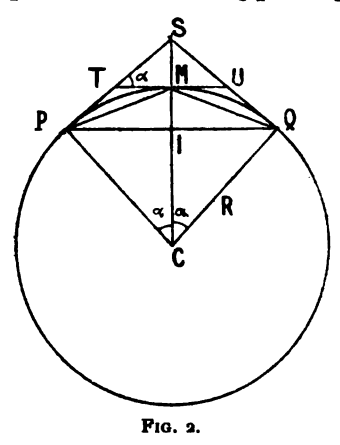


FIG. 2.

Soit $2\alpha$ l'angle PCQ. Nous pouvons toujours supposer que MP $=$ MQ.

Calculons le rayon $R_1$ du cercle circonscrit au triangle SPQ. On a

$$2R_1 = \frac{PQ}{\sin \widehat{SPQ}} = \frac{2R \sin \alpha}{\sin (180^0 - 2\alpha)} = \frac{2R \sin \alpha}{\sin 2\alpha}$$

$$2R_1 = \frac{R}{\cos \alpha}.$$

$$R_1 = \frac{R}{2 \cos \alpha}$$

A la limite, $\alpha = o$, et $R_1 = \frac{R}{2}$.

Le centre $C_1$ est donc au milieu de CM.

Calculons de même le rayon $R_2$ du cercle circonscrit au triangle STU. On a

$$2R_2 = \frac{TU}{\sin 2\alpha}.$$

Or, si I est le milieu de PQ, on a

$$\frac{TU}{PQ} = \frac{SM}{SI},$$

$$TU = \frac{PQ\ SM}{SI}.$$

Mais $PQ = 2R \sin \alpha$,

$$SM = SC - R = \frac{R}{\cos \alpha} - R = \frac{R(1 - \cos \alpha)}{\cos \alpha},$$

$$SI = SC - IC = \frac{R}{\cos \alpha} - R \cos \alpha = \frac{R(1 - \cos^2 \alpha)}{\cos \alpha}.$$

Donc

$$TU = \frac{2R \sin \alpha}{1 + \cos \alpha}.$$

Alors

$$2R_2 = \frac{2R \sin \alpha}{(1 + \cos \alpha) \sin 2\alpha} = \frac{R}{\cos \alpha (1 + \cos \alpha)},$$

$$R_2 = \frac{R}{2 \cos \alpha (1 + \cos \alpha)}.$$

Et à la limite pour $\alpha = o$

$$R_2 = \frac{R}{4}.$$

Le centre $C_2$ est donc le milieu de $C_1M$.

*Aires des courbes décrites par les divers points* $C_1$, $C_2$, $H$, $H_1$, $H_2$, $\omega$, $\omega_1$, $\omega_2$.

L'équation de l'ellipse donnée étant

$$b^2 x^2 + a^2 y^2 - a^2 b^2 = 0,$$

les coordonnées des points M et C sont, en fonction de l'anomalie excentrique $\varphi$ de M

$$x_m = a \cos \varphi \qquad x_c = \frac{c^2}{a} \cos^3 \varphi,$$

$$y_m = b \sin \varphi \qquad y_c = -\frac{c^2}{b} \sin^3 \varphi$$

Soit L (X, Y) un point situé entre M et C et tel que

$$\frac{LM}{LC} = \frac{m}{n}.$$

On a

$$\frac{x_m - X}{X - x_c} = \frac{m}{n},$$

ou

$$X(m + n) = n x_m + m x_c.$$

Il en résulte que les coordonnées du point M sont

$$(m+n)\,X = na\cos\varphi + m\frac{c^2}{a}\cos^3\varphi,$$

$$(m+n)\,Y = nb\sin\varphi - m\frac{c^2}{b}\sin^3\varphi.$$

Le lieu de M est une sextique unicursale, ce que l'on voit facilement en posant $tg\frac{\varphi}{2} = t$. La différentielle de l'aire du lieu de L est

$$dU = \frac{1}{2}\left(XdY - YdX\right).$$

Or

$$(m+n)\,dX = -\left(na\sin\varphi + 3m\frac{c^2}{a}\cos^2\varphi\sin\varphi\right)d\varphi,$$

$$(m+n)'\,dY = \left(nb\cos\varphi - 3m\frac{c^2}{b}\sin^2\varphi\cos\varphi\right)d\varphi.$$

Donc

$$2(m+n)^2\frac{dU}{d\varphi} = \left(na\cos\varphi + n\frac{c^2}{a}\cos^2\varphi\right)\left(nb\cos\varphi - 3m\frac{c^2}{b}\sin^2\varphi\cos\varphi\right)$$

$$+\left(nb\sin\varphi - m\frac{c^2}{b}\sin^3\varphi\right)\left(na\sin\varphi + 3m\frac{c^2}{a}\cos^2\varphi\sin\varphi\right).$$

$$2(m+n^2)\frac{dU}{d\varphi} = n^2ab + \frac{mnbc^2}{a}\cos^4\varphi - \frac{mnac^2}{b}\sin^4\varphi$$

$$-\frac{3\,mnac^2}{b}\sin^2\varphi\cos^2\varphi + \frac{3\,mnbc^2}{a}\sin^2\varphi\cos^2\varphi$$

$$-\frac{3m^2c^4}{ab}\sin^2\varphi\cos^4\varphi - \frac{3mc^4}{ab}\sin^4\varphi\cos^2\varphi.$$

$$2(m+n)^2\frac{dU}{d\varphi} = n^2ab - \frac{mnac^2}{b}\sin^4\varphi + \frac{mnbc^2}{a}\cos^4\varphi$$

$$-\frac{3mnc^4}{ab}\sin^2\varphi\cos^2\varphi - \frac{3m^2c^4}{ab}\sin^2\varphi\cos^2\varphi.$$

Par conséquent, en intégrant de $\varphi = o$ à $\varphi = 2\pi$, on a l'aire totale

$$2(m+n)^2\,U = n^2ab\int_o^{2\pi}d\varphi - \frac{mnc^4}{ab}\int_o^{2\pi}\sin^4\varphi\,d\varphi$$

$$-\frac{3mnc^4}{ab}\int_o^{2\pi}\sin^2\varphi\cos^2\varphi\,d\varphi - \frac{3m^2c^4}{ab}\int_o^{2\pi}\sin^2\varphi\cos^2\varphi\,d\varphi.$$

Or

$$\int_0^{2\pi} d\varphi = 2\pi, \qquad \int_0^{2\pi} \sin^4 \varphi \, d\varphi = \frac{3\pi}{4}, \qquad \int_0^{2\pi} \sin^2\varphi \cos^2 \varphi \, d\varphi = \frac{\pi}{4}$$

U devient donc

$$\frac{2(m+n)^2 \, \mathrm{U}}{\pi} = 2n^2ab - \frac{3mnc^4}{4ab} - \frac{3mnc^4}{4ab} - \frac{3m^2c^4}{4ab},$$

$$\frac{2(m+n)^2 \, \mathrm{U}}{\pi} = 2m^2ab - \frac{3m(2n+m)\,c^4}{4ab}.$$

Donc

$$\mathrm{U} = \frac{1}{(m+n)^2}\left[\pi\, m^2ab - \frac{3\pi(2n+m)\,mc^4}{8ab}\right].$$

Si on remarque que les aires E et D de l'ellipse et de sa développée sont

$$\mathrm{E} = \pi\, ab, \qquad \mathrm{D} = \frac{3\pi c^4}{8ab}.$$

Alors

$$\mathrm{U} = \frac{m^2\mathrm{E} - m(2n+m)\,\mathrm{D}}{(m+n)^2}.$$

En appliquant ces formules générales au cas des divers points $C_1$, $C_2$, H, $H_1$, $H_2$, $\omega$, $\omega_1$, $\omega_2$, on trouve pour les aires de ces divers lieux géométriques :

| | | | |
|---|---|---|---|
| $C_1$ | $m = 1$ | $n = 1$ | $\mathrm{U} = \frac{\mathrm{E} - 3\mathrm{D}}{4}$ |
| $C_2$ | $m = 1$ | $n = 3$ | $\mathrm{U} = \frac{9\mathrm{E} - 7\mathrm{D}}{16}$ |
| H | $m = -2$ | $n = 3$ | $\mathrm{U} = 9\mathrm{E} + 8\mathrm{D}$ |
| $H_1$ | $m = -1$ | $n = 2$ | $\mathrm{U} = 4\mathrm{E} + 3\mathrm{D}$ |
| $\omega$ ou $H_2$ | $m = -1$ | $n = 3$ | $\mathrm{U} = \frac{9\mathrm{E} + 5\mathrm{D}}{4}$ |
| $\omega_1$ | $m = -1$ | $n = 5$ | $\mathrm{U} = \frac{25\mathrm{E} + 9\mathrm{D}}{16}$ |
| $\omega_2$ | $m = -1$ | $n = 9$ | $\mathrm{U} = \frac{81\mathrm{E} + 17\mathrm{D}}{64}$ |

Toutes ces courbes sont toujours des ovales, sauf les courbes lieux de $C_1$ et $C_2$, qui peuvent avoir deux points doubles.

Ainsi pour la courbe $C_1$ si

$$E = 3D,$$

c'est-à-dire, si

$$\pi ab = \frac{3.3\pi c^4}{8ab}$$

$$9(a^4 + b^4 - 2a^2b^2) - 8a^2b^2 = 0$$

$$9a^4 - 26a^2b^2 + 9b^4 = 0$$

D'où

$$\frac{a^2}{b^2} = \frac{13 \pm 2\sqrt{22}}{9}$$

Dans ce cas la courbe à deux points doubles sur l'axe des $x$, et l'aire des deux boucles extérieures a une somme équivalente à l'aire de la boucle intérieure.

Fig. 2 *bis*.

Pour la courbe $C_2$, si

$$9E = 7D,$$

on trouve de même

$$\frac{a^2}{b^2} = \frac{19 \pm 2\sqrt{78}}{7}.$$

*Cas de la parabole.*

L'équation de la parabole étant

$$y^2 - 2px = 0,$$

les coordonnées de M et C sont

$$\left\{ \begin{array}{l} x_m = x_1 = \dfrac{y_1^2}{2p}, \\ y_m = y_1 ; \end{array} \right. \qquad \left\{ \begin{array}{l} x_c = 3x_1 + p = \dfrac{3y_1^2}{2p} + p \\ y_c = -\dfrac{y_1^3}{p^2}. \end{array} \right.$$

Les coordonnées du point L (X, Y) sont alors

$$X = \frac{nx_1 + m(3x_1 + p)}{m + n} = \frac{(n + 3m)x_1 + np}{m + n},$$

$$Y = \frac{ny_1 - \dfrac{my_1^3}{p^2}}{m + n}.$$

On tire de la première $x_1$, et par suite $y_1^2$. En substituant dans la seconde, et élevant au carré, on obtient

$$Y^2 = \frac{2[(m + n)X - mp][2mX(m + n) - p(2m^2 + 3mn + n^2)]}{p(m + n)^2(3m + n)^2}$$

Or

$$2m^2 + 3mn + n^2 = (m+n)(2m+n)$$

L'équation de la courbe devient donc

$$Y^2 = \frac{2\left[(m+n)X - mp\right]\left[2mX - p(2m+n)\right]^2}{p(3m+n)^3}.$$

C'est une cubique unicursale ayant un point double sur l'axe des $x$, et un sommet sur le même axe. La courbe a donc une forme strophoïdale à branches paraboliques. Remarquons que dans les coordonnées X et Y, si l'on fait, $n + 3m = o$, on a

$$X = \frac{mp}{m+n} = -\frac{p}{2}.$$

Le lieu est alors la directrice de la parabole. On a ainsi $m = -1$, $n = 3$. On sait en effet que, *si on prolonge la normale en M à la parabole jusqu'à son point de rencontre L avec la directrice, la longueur ML est la moitié du rayon de courbure MC.* (*Fig. 3.*)

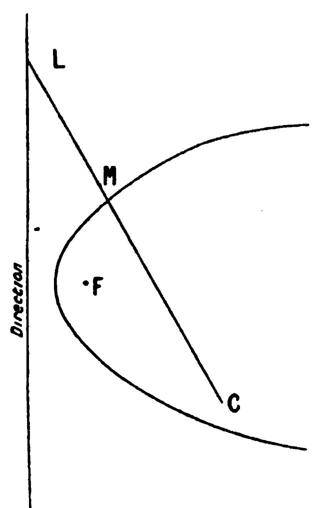


FIG. 3.

Donc, la directrice est le lieu du point $\omega$ ou $H_2$.

Les équations des divers lieux sont donc :

$C_1$ $$Y^2 = \frac{(2X-p)(2X-3p)^2}{32p}$$

$C_2$ $$Y^2 = \frac{(4X-p)(2X-5p)^2}{108p}$$

H $$Y^2 = \frac{2(X+2p)(4X-p)^2}{27p}$$

$H_1$ $$Y^2 = -\frac{8X^2(X-p)}{p}$$

$H_2$ ou $\omega$ $$(2X+p)^2 = o$$

$\omega_1$ $$Y^2 = \frac{(4X+p)(2X+3p)^2}{4p}$$

$\omega_2$ $$Y^2 = \frac{(8X+p)(2X+7p)^2}{108p}.$$

# M. le Colonel A. MANNHEIM

Professeur honoraire à l'École Polytechnique, à Paris


## NOTE DE GÉOMÉTRIE CINÉMATIQUE

[O 4 d]

— *Séance du 6 août* —

Je me propose de donner une solution de ce problème qui, à ma connaissance, n'a pas encore été traité :

*Construire la tangente en un point de la ligne de striction d'un hyperboloïde à une nappe.*

Comme on va le voir, la construction est facile à obtenir en faisant usage de propositions de géométrie cinématique.

En dehors de cette manière de procéder, je n'aperçois pas la possibilité d'arriver à une solution géométrique de ce problème.

Appelons (H) un hyperboloïde à une nappe, A, B, C les trois droites qui sont ses directrices.

Par un point $a$ de A et, respectivement par B et C, faisons passer des plans; ils se coupent suivant une droite G génératrice de (H) : c'est pour le point central situé sur G que nous allons construire la tangente à la ligne de striction de (H).

Pour cela nous avons besoin de connaître le centre $o$ de (H); construisons ce point.

Par B et C, menons respectivement des plans parallèles à A; ils se coupent suivant une droite A'. Dans le plan (A, A') menons une parallèle aux droites A, A' et à égales distances de ces droites, elle passe par $o$. On obtient de même des parallèles à B et C qui passent par $o$. Ce centre est donc déterminé.

Le plan ($o$, G), qui est tangent à (H) au point à l'infini sur G, touche le cône asymptote de (H) suivant une droite parallèle à G. Cette génératrice de contact est la caractéristique du plan ($o$, G) pour un déplacement infiniment petit de G sur (H).

Le plan mené par G perpendiculairement au plan ($o$, G) est le plan central de (H) relatif à G. Cherchons la caractéristique de ce plan; pour cela, appliquons cette proposition de géométrie cinématique :

*Les caractéristiques des faces d'un dièdre mobile de grandeur invariable sont les projections sur ces faces de l'adjointe à un plan perpendiculaire à l'arête du dièdre, adjointe qui appartient au paraboloïde des normales, relatif à cette arête, de la surface engendrée par cette droite.*

La surface engendrée par l'arête du dièdre n'est autre que (H). Le paraboloïde des normales à cette surface pour G est déterminé par les normales à (H) issues des points où G rencontre A, B, C. On prend alors les traces de ces normales sur le plan perpendiculaire au plan (*o*, G) et mené suivant la caractéristique connue de ce plan.

*Ces traces appartiennent à l'adjointe cherchée; il suffit de projeter cette adjointe sur le plan central relatif à* G *pour avoir la caractéristique de ce plan central. Le point* e, *où cette caractéristique coupe* G, *est le point central sur cette droite; et l'harmonique conjuguée de cette caractéristique, par rapport à* G *et à la directrice de* (H) *issue de* e, *est la tangente à la ligne de striction.*

La tangente demandée et la caractéristique du plan central sont, en effet, deux tangentes conjuguées de (H).

Résolvons le même problème après avoir changé la génération de l'hyperboloïde.

Prenons un hyperboloïde (H) lieu de l'arête G d'un dièdre droit dont les faces passent respectivement par deux droites fixes, A, B; il s'agit toujours de construire la tangente à sa ligne de striction pour le point central situé sur G.

Comme précédemment, nous appliquerons la même proposition de géométrie cinématique, après avoir cherché la caractéristique du plan qui touche (H) au point à l'infini sur G, pour un déplacement infiniment petit de cette génératrice.

Déterminons d'abord le centre *o* de (H).

Par A menons un plan parallèle à B; la projection B' de B sur ce plan appartient à (H). Dans le plan (B, B') la parallèle à B et B' à égales distances de ces droites passe par *o*. On a de la même manière une autre droite passant par ce point, en menant par B un plan parallèle à A.

La rencontre des deux droites détermine *o*. Ce centre est, d'après cela, le milieu du segment de la perpendiculaire commune à A et B compris entre ces droites.

La parallèle à G menée du centre *o* est la caractéristique du plan (*o*, G) pour un déplacement infiniment petit de G.

L'adjointe au plan perpendiculaire à G est la droite d'intersection des plans normaux aux faces du dièdre menés respectivement,

suivant les droites A et B. Avec ce qui vient d'être déterminé, on peut maintenant, comme dans le premier cas considéré, résoudre le problème de la construction de la tangente à la ligne de striction.

Enfin on peut encore prendre cette génération de l'hyperboloïde : on donne deux droites A, B et un point fixe $c$. On prend une droite G qui rencontre A au point $a$ et B au point $b$; lorsque cette droite se déplace de façon que l'angle $a\ c\ b$ reste égal à un droit, elle engendre un hyperboloïde (H).

Avec cette génération, le problème se résout toujours de la même manière, et la proposition de géométrie cinématique employée est toujours la même.

---

# M. G. TARRY

A Alger

## CARRÉS PANMAGIQUES DE BASE $3n$

— *Séance du 6 août* —

J'appelle carrés *panmagiques* des carrés magiques dans lesquels la somme des nombres est la même, non seulement dans toutes les directions du côté du carré et dans les deux diagonales, mais encore dans toutes les directions des diagonales, et par conséquent dans toutes les directions que détermine un carré.

Cette dénomination me paraît préférable à celles de diaboliques et pandiagonaux sous lesquelles ces carrés sont désignés en France et à l'étranger.

On ne peut, par les méthodes actuellement connues, obtenir de carré panmagique lorsque la base est un nombre impair de la forme $3n$, $n$ ne contenant pas le facteur 3.

Nous allons faire connaître une méthode qui résoudra ce problème.

Pour fixer les idées, je prendrai $n$ égal à 5.

La méthode consiste à superposer, case à case, les nombres de deux abaques panmagiques de base 15, l'un renfermant les 15 premiers nombres entiers, et l'autre les 15 premiers multiples de 15, de

o à 14 × 15, de manière à obtenir un carré formé par les $15^2$ premiers nombres.

Nous désignerons l'une et l'autre de ces suites de 15 nombres par les 15 lettres à indices composant le rectangle suivant :

$$\begin{matrix} a_1 & a_2 & a_3 & a_4 & a_5 \\ b_1 & b_2 & b_3 & b_4 & b_5 \\ c_1 & c_2 & c_3 & c_4 & c_5 \end{matrix}$$

Dans chacun des abaques panmagiques à superposer, chaque lettre est répétée 3 fois ou 5 fois dans toutes les lignes d'une certaine direction, et l'on démontre aisément que, si elle est répétée 5 fois dans une direction, elle sera répétée 3 fois dans une autre direction.

Les abaques ne peuvent donc présenter que les combinaisons suivantes :

1° Lettres répétées 3 fois dans les lignes parallèles à un côté du carré ;

2° Lettres répétées 3 fois dans les lignes parallèles à une diagonale du carré ;

3° Lettres répétées 5 fois dans la direction d'un côté et 3 fois dans la direction perpendiculaire, parallèle à un autre côté ;

4° Lettres répétées 5 fois dans la direction d'un côté et 3 fois dans la direction d'une diagonale ;

5° Lettres répétées 5 fois dans la direction d'une diagonale et 3 fois dans la direction d'un côté ;

6° Lettres répétées 5 fois dans la direction d'une diagonale et 3 fois dans la direction de l'autre diagonale.

Voici ces 6 abaques construits avec les 15 lettres à indices de notre rectangle.

**Abaque 1**

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $a_1$ | $a_2$ | $a_3$ | $a_4$ | $a_5$ | $a_1$ | $a_2$ | $a_3$ | $a_4$ | $a_5$ | $a_1$ | $a_2$ | $a_3$ | $a_4$ | $a_5$ |
| $b_1$ | $b_2$ | $b_3$ | $b_4$ | $b_5$ | $b_1$ | $b_2$ | $b_3$ | $b_4$ | $b_5$ | $b_1$ | $b_2$ | $b_3$ | $b_4$ | $b_5$ |
| $c_1$ | $c_2$ | $c_3$ | $c_4$ | $c_5$ | $c_1$ | $c_2$ | $c_3$ | $c_4$ | $c_5$ | $c_1$ | $c_2$ | $c_3$ | $c_4$ | $c_5$ |
| $a_2$ | $a_3$ | $a_4$ | $a_5$ | $a_1$ | $a_2$ | $a_3$ | $a_4$ | $a_5$ | $a_1$ | $a_2$ | $a_3$ | $a_4$ | $a_5$ | $a_1$ |
| $b_2$ | $b_3$ | $b_4$ | $b_5$ | $b_1$ | $b_2$ | $b_3$ | $b_4$ | $b_5$ | $b_1$ | $b_2$ | $b_3$ | $b_4$ | $b_5$ | $b_1$ |
| $c_2$ | $c_3$ | $c_4$ | $c_5$ | $c_1$ | $c_2$ | $c_3$ | $c_4$ | $c_5$ | $c_1$ | $c_2$ | $c_3$ | $c_4$ | $c_5$ | $c_1$ |
| $a_3$ | $a_4$ | $a_5$ | $a_1$ | $a_2$ | $a_3$ | $a_4$ | $a_5$ | $a_1$ | $a_2$ | $a_3$ | $a_4$ | $a_5$ | $a_1$ | $a_2$ |
| $b_3$ | $b_4$ | $b_5$ | $b_1$ | $b_2$ | $b_3$ | $b_4$ | $b_5$ | $b_1$ | $b_2$ | $b_3$ | $b_4$ | $b_5$ | $b_1$ | $b_2$ |
| $c_3$ | $c_4$ | $c_5$ | $c_1$ | $c_2$ | $c_3$ | $c_4$ | $c_5$ | $c_1$ | $c_2$ | $c_3$ | $c_4$ | $c_5$ | $c_1$ | $c_2$ |
| $a_4$ | $a_5$ | $a_1$ | $a_2$ | $a_3$ | $a_4$ | $a_5$ | $a_1$ | $a_2$ | $a_3$ | $a_4$ | $a_5$ | $a_1$ | $a_2$ | $a_3$ |
| $b_4$ | $b_5$ | $b_1$ | $b_2$ | $b_3$ | $b_4$ | $b_5$ | $b_1$ | $b_2$ | $b_3$ | $b_4$ | $b_5$ | $b_1$ | $b_2$ | $b_3$ |
| $c_4$ | $c_5$ | $c_1$ | $c_2$ | $c_3$ | $c_4$ | $c_5$ | $c_1$ | $c_2$ | $c_3$ | $c_4$ | $c_5$ | $c_1$ | $c_2$ | $c_3$ |
| $a_5$ | $a_1$ | $a_2$ | $a_3$ | $a_4$ | $a_5$ | $a_1$ | $a_2$ | $a_3$ | $a_4$ | $a_5$ | $a_1$ | $a_2$ | $a_3$ | $a_4$ |
| $b_5$ | $b_1$ | $b_2$ | $b_3$ | $b_4$ | $b_5$ | $b_1$ | $b_2$ | $b_3$ | $b_4$ | $b_5$ | $b_1$ | $b_2$ | $b_3$ | $b_4$ |
| $c_5$ | $c_1$ | $c_2$ | $c_3$ | $c_4$ | $c_5$ | $c_1$ | $c_2$ | $c_3$ | $c_4$ | $c_5$ | $c_1$ | $c_2$ | $c_3$ | $c_4$ |

**Abaque 2**

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $a_1$ | $c_1$ | $b_2$ | $a_3$ | $c_3$ | $b_4$ | $a_5$ | $c_5$ | $b_1$ | $a_2$ | $c_2$ | $b_3$ | $a_4$ | $c_4$ | $b_5$ |
| $b_1$ | $a_2$ | $c_2$ | $b_3$ | $a_4$ | $c_4$ | $b_5$ | $a_1$ | $c_1$ | $b_2$ | $a_3$ | $c_3$ | $b_4$ | $a_5$ | $c_5$ |
| $c_1$ | $b_2$ | $a_3$ | $c_3$ | $b_4$ | $a_5$ | $c_5$ | $b_1$ | $a_2$ | $c_2$ | $b_3$ | $a_4$ | $c_4$ | $b_5$ | $a_1$ |
| $a_2$ | $c_2$ | $b_3$ | $a_4$ | $c_4$ | $b_5$ | $a_1$ | $c_1$ | $b_2$ | $a_3$ | $c_3$ | $b_4$ | $a_5$ | $c_5$ | $b_1$ |
| $b_2$ | $a_3$ | $c_3$ | $b_4$ | $a_5$ | $c_5$ | $b_1$ | $a_2$ | $c_2$ | $b_3$ | $a_4$ | $c_4$ | $b_5$ | $a_1$ | $c_1$ |
| $c_2$ | $b_3$ | $a_4$ | $c_4$ | $b_5$ | $a_1$ | $c_1$ | $b_2$ | $a_3$ | $c_3$ | $b_4$ | $a_5$ | $c_5$ | $b_1$ | $a_2$ |
| $a_3$ | $c_3$ | $b_4$ | $a_5$ | $c_5$ | $b_1$ | $a_2$ | $c_2$ | $b_3$ | $a_4$ | $c_4$ | $b_5$ | $a_1$ | $c_1$ | $b_2$ |
| $b_3$ | $a_4$ | $c_4$ | $b_5$ | $a_1$ | $c_1$ | $b_2$ | $a_3$ | $c_3$ | $b_4$ | $a_5$ | $c_5$ | $b_1$ | $a_2$ | $c_2$ |
| $c_3$ | $b_4$ | $a_5$ | $c_5$ | $b_1$ | $a_2$ | $c_2$ | $b_3$ | $a_4$ | $c_4$ | $b_5$ | $a_1$ | $c_1$ | $b_2$ | $a_3$ |
| $a_4$ | $c_4$ | $b_5$ | $a_1$ | $c_1$ | $b_2$ | $a_3$ | $c_3$ | $b_4$ | $a_5$ | $c_5$ | $b_1$ | $a_2$ | $c_2$ | $b_3$ |
| $b_4$ | $a_5$ | $c_5$ | $b_1$ | $a_2$ | $c_2$ | $b_3$ | $a_4$ | $c_4$ | $b_5$ | $a_1$ | $c_1$ | $b_2$ | $a_3$ | $c_3$ |
| $c_4$ | $b_5$ | $a_1$ | $c_1$ | $b_2$ | $a_3$ | $c_3$ | $b_4$ | $a_5$ | $c_5$ | $b_1$ | $a_2$ | $c_2$ | $b_3$ | $a_4$ |
| $a_5$ | $c_5$ | $b_1$ | $a_2$ | $c_2$ | $b_3$ | $a_4$ | $c_4$ | $b_5$ | $a_1$ | $c_1$ | $b_2$ | $a_3$ | $c_3$ | $b_4$ |
| $b_5$ | $a_1$ | $c_1$ | $b_2$ | $a_3$ | $c_3$ | $b_4$ | $a_5$ | $c_5$ | $b_1$ | $a_2$ | $c_2$ | $b_3$ | $a_4$ | $c_4$ |
| $c_5$ | $b_1$ | $a_2$ | $c_2$ | $b_3$ | $a_4$ | $c_4$ | $b_5$ | $a_1$ | $c_1$ | $b_2$ | $a_3$ | $c_3$ | $b_4$ | $a_5$ |

**Abaque 3**

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $a_1$ | $a_2$ | $a_3$ | $a_4$ | $a_5$ | $a_1$ | $a_2$ | $a_3$ | $a_4$ | $a_5$ | $a_1$ | $a_2$ | $a_3$ | $a_4$ | $a_5$ |
| $b_1$ | $b_2$ | $b_3$ | $b_4$ | $b_5$ | $b_1$ | $b_2$ | $b_3$ | $b_4$ | $b_5$ | $b_1$ | $b_2$ | $b_3$ | $b_4$ | $b_5$ |
| $c_1$ | $c_2$ | $c_3$ | $c_4$ | $c_5$ | $c_1$ | $c_2$ | $c_3$ | $c_4$ | $c_5$ | $c_1$ | $c_2$ | $c_3$ | $c_4$ | $c_5$ |
| $a_1$ | $a_2$ | $a_3$ | $a_4$ | $a_5$ | $a_1$ | $a_2$ | $a_3$ | $a_4$ | $a_5$ | $a_1$ | $a_2$ | $a_3$ | $a_4$ | $a_5$ |
| $b_1$ | $b_2$ | $b_3$ | $b_4$ | $b_5$ | $b_1$ | $b_2$ | $b_3$ | $b_4$ | $b_5$ | $b_1$ | $b_2$ | $b_3$ | $b_4$ | $b_5$ |
| $c_1$ | $c_2$ | $c_3$ | $c_4$ | $c_5$ | $c_1$ | $c_2$ | $c_3$ | $c_4$ | $c_5$ | $c_1$ | $c_2$ | $c_3$ | $c_4$ | $c_5$ |
| $a_1$ | $a_2$ | $a_3$ | $a_4$ | $a_5$ | $a_1$ | $a_2$ | $a_3$ | $a_4$ | $a_5$ | $a_1$ | $a_2$ | $a_3$ | $a_4$ | $a_5$ |
| $b_1$ | $b_2$ | $b_3$ | $b_4$ | $b_5$ | $b_1$ | $b_2$ | $b_3$ | $b_4$ | $b_5$ | $b_1$ | $b_2$ | $b_3$ | $b_4$ | $b_5$ |
| $c_1$ | $c_2$ | $c_3$ | $c_4$ | $c_5$ | $c_1$ | $c_2$ | $c_3$ | $c_4$ | $c_5$ | $c_1$ | $c_2$ | $c_3$ | $c_4$ | $c_5$ |
| $a_1$ | $a_2$ | $a_3$ | $a_4$ | $a_5$ | $a_1$ | $a_2$ | $a_3$ | $a_4$ | $a_5$ | $a_1$ | $a_2$ | $a_3$ | $a_4$ | $a_5$ |
| $b_1$ | $b_2$ | $b_3$ | $b_4$ | $b_5$ | $b_1$ | $b_2$ | $b_3$ | $b_4$ | $b_5$ | $b_1$ | $b_2$ | $b_3$ | $b_4$ | $b_5$ |
| $c_1$ | $c_2$ | $c_3$ | $c_4$ | $c_5$ | $c_1$ | $c_2$ | $c_3$ | $c_4$ | $c_5$ | $c_1$ | $c_2$ | $c_3$ | $c_4$ | $c_5$ |
| $a_1$ | $a_2$ | $a_3$ | $a_4$ | $a_5$ | $a_1$ | $a_2$ | $a_3$ | $a_4$ | $a_5$ | $a_1$ | $a_2$ | $a_3$ | $a_4$ | $a_5$ |
| $b_1$ | $b_2$ | $b_3$ | $b_4$ | $b_5$ | $b_1$ | $b_2$ | $b_3$ | $b_4$ | $b_5$ | $b_1$ | $b_2$ | $b_3$ | $b_4$ | $b_5$ |
| $c_1$ | $c_2$ | $c_3$ | $c_4$ | $c_5$ | $c_1$ | $c_2$ | $c_3$ | $c_4$ | $c_5$ | $c_1$ | $c_2$ | $c_3$ | $c_4$ | $c_5$ |

**Abaque 4**

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $a_1$ | $c_2$ | $b_3$ | $a_4$ | $c_5$ | $b_1$ | $a_2$ | $c_3$ | $b_4$ | $a_5$ | $c_1$ | $b_2$ | $a_3$ | $c_4$ | $b_5$ |
| $b_1$ | $a_2$ | $c_3$ | $b_4$ | $a_5$ | $c_1$ | $b_2$ | $a_3$ | $c_4$ | $b_5$ | $a_1$ | $c_2$ | $b_3$ | $a_4$ | $c_5$ |
| $c_1$ | $b_2$ | $a_3$ | $c_4$ | $b_5$ | $a_1$ | $c_2$ | $b_3$ | $a_4$ | $c_5$ | $b_1$ | $a_2$ | $c_3$ | $b_4$ | $a_5$ |
| $a_1$ | $c_2$ | $b_3$ | $a_4$ | $c_5$ | $b_1$ | $a_2$ | $c_3$ | $b_4$ | $a_5$ | $c_1$ | $b_2$ | $a_3$ | $c_4$ | $b_5$ |
| $b_1$ | $a_2$ | $c_3$ | $b_4$ | $a_5$ | $c_1$ | $b_2$ | $a_3$ | $c_4$ | $b_5$ | $a_1$ | $c_2$ | $b_3$ | $a_4$ | $c_5$ |
| $c_1$ | $b_2$ | $a_3$ | $c_4$ | $b_5$ | $a_1$ | $c_2$ | $b_3$ | $a_4$ | $c_5$ | $b_1$ | $a_2$ | $c_3$ | $b_4$ | $a_5$ |
| $a_1$ | $c_2$ | $b_3$ | $a_4$ | $c_5$ | $b_1$ | $a_2$ | $c_3$ | $b_4$ | $a_5$ | $c_1$ | $b_2$ | $a_3$ | $c_4$ | $b_5$ |
| $b_1$ | $a_2$ | $c_3$ | $b_4$ | $a_5$ | $c_1$ | $b_2$ | $a_3$ | $c_4$ | $b_5$ | $a_1$ | $c_2$ | $b_3$ | $a_4$ | $c_5$ |
| $c_1$ | $b_2$ | $a_3$ | $c_4$ | $b_5$ | $a_1$ | $c_2$ | $b_3$ | $a_4$ | $c_5$ | $b_1$ | $a_2$ | $c_3$ | $b_4$ | $a_5$ |
| $a_1$ | $c_2$ | $b_3$ | $a_4$ | $c_5$ | $b_1$ | $a_2$ | $c_3$ | $b_4$ | $a_5$ | $c_1$ | $b_2$ | $a_3$ | $c_4$ | $b_5$ |
| $b_1$ | $a_2$ | $c_3$ | $b_4$ | $a_5$ | $c_1$ | $b_2$ | $a_3$ | $c_4$ | $b_5$ | $a_1$ | $c_2$ | $b_3$ | $a_4$ | $c_5$ |
| $c_1$ | $b_2$ | $a_3$ | $c_4$ | $b_5$ | $a_1$ | $c_2$ | $b_3$ | $a_4$ | $c_5$ | $b_1$ | $a_2$ | $c_3$ | $b_4$ | $a_5$ |
| $a_1$ | $c_2$ | $b_3$ | $a_4$ | $c_5$ | $b_1$ | $a_2$ | $c_3$ | $b_4$ | $a_5$ | $c_1$ | $b_2$ | $a_3$ | $c_4$ | $b_5$ |
| $b_1$ | $a_2$ | $c_3$ | $b_4$ | $a_5$ | $c_1$ | $b_2$ | $a_3$ | $c_4$ | $b_5$ | $a_1$ | $c_2$ | $b_3$ | $a_4$ | $c_5$ |
| $c_1$ | $b_2$ | $a_3$ | $c_4$ | $b_5$ | $a_1$ | $c_2$ | $b_3$ | $a_4$ | $c_5$ | $b_1$ | $a_2$ | $c_3$ | $b_4$ | $a_5$ |

### Abaque 5

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $a_1$ | $b_5$ | $c_4$ | $a_3$ | $b_2$ | $c_1$ | $a_5$ | $b_4$ | $c_3$ | $a_2$ | $b_1$ | $c_5$ | $a_4$ | $b_3$ | $c_2$ |
| $a_2$ | $b_1$ | $c_5$ | $a_4$ | $b_3$ | $c_2$ | $a_1$ | $b_5$ | $c_4$ | $a_3$ | $b_2$ | $c_1$ | $a_5$ | $b_4$ | $c_3$ |
| $a_3$ | $b_2$ | $c_1$ | $a_5$ | $b_4$ | $c_3$ | $a_2$ | $b_1$ | $c_5$ | $a_4$ | $b_3$ | $c_2$ | $a_1$ | $b_5$ | $c_4$ |
| $a_4$ | $b_3$ | $c_2$ | $a_1$ | $b_5$ | $c_4$ | $a_3$ | $b_2$ | $c_1$ | $a_5$ | $b_4$ | $c_3$ | $a_2$ | $b_1$ | $c_5$ |
| $a_5$ | $b_4$ | $c_3$ | $a_2$ | $b_1$ | $c_5$ | $a_4$ | $b_3$ | $c_2$ | $a_1$ | $b_5$ | $c_4$ | $a_3$ | $b_2$ | $c_1$ |
| $a_1$ | $b_5$ | $c_4$ | $a_3$ | $b_2$ | $c_1$ | $a_5$ | $b_4$ | $c_3$ | $a_2$ | $b_1$ | $c_5$ | $a_4$ | $b_3$ | $c_2$ |
| $a_2$ | $b_1$ | $c_5$ | $a_4$ | $b_3$ | $c_2$ | $a_1$ | $b_5$ | $c_4$ | $a_3$ | $b_2$ | $c_1$ | $a_5$ | $b_4$ | $c_3$ |
| $a_3$ | $b_2$ | $c_1$ | $a_5$ | $b_4$ | $c_3$ | $a_2$ | $b_1$ | $c_5$ | $a_4$ | $b_3$ | $c_2$ | $a_1$ | $b_5$ | $c_4$ |
| $a_4$ | $b_3$ | $c_2$ | $a_1$ | $b_5$ | $c_4$ | $a_3$ | $b_2$ | $c_1$ | $a_5$ | $b_4$ | $c_3$ | $a_2$ | $b_1$ | $c_5$ |
| $a_5$ | $b_4$ | $c_3$ | $a_2$ | $b_1$ | $c_5$ | $a_4$ | $b_3$ | $c_2$ | $a_1$ | $b_5$ | $c_4$ | $a_3$ | $b_2$ | $c_1$ |
| $a_1$ | $b_5$ | $c_4$ | $a_3$ | $b_2$ | $c_1$ | $a_5$ | $b_4$ | $c_3$ | $a_2$ | $b_1$ | $c_5$ | $a_4$ | $b_3$ | $c_2$ |
| $a_2$ | $b_1$ | $c_5$ | $a_4$ | $b_3$ | $c_2$ | $a_1$ | $b_5$ | $c_4$ | $a_3$ | $b_2$ | $c_1$ | $a_5$ | $b_4$ | $c_3$ |
| $a_3$ | $b_2$ | $c_1$ | $a_5$ | $b_4$ | $c_3$ | $a_2$ | $b_1$ | $c_5$ | $a_4$ | $b_3$ | $c_2$ | $a_1$ | $b_5$ | $c_4$ |
| $a_4$ | $b_3$ | $c_2$ | $a_1$ | $b_5$ | $c_4$ | $a_3$ | $b_2$ | $c_1$ | $a_5$ | $b_4$ | $c_3$ | $a_2$ | $b_1$ | $c_5$ |
| $a_5$ | $b_4$ | $c_3$ | $a_2$ | $b_1$ | $c_5$ | $a_4$ | $b_3$ | $c_2$ | $a_1$ | $b_5$ | $c_4$ | $a_3$ | $b_2$ | $c_1$ |

### Abaque 6

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $a_1$ | $c_2$ | $b_3$ | $a_4$ | $c_5$ | $b_1$ | $a_2$ | $c_3$ | $b_4$ | $a_5$ | $c_1$ | $b_2$ | $a_3$ | $c_4$ | $b_5$ |
| $b_2$ | $a_3$ | $c_4$ | $b_5$ | $a_1$ | $c_2$ | $b_3$ | $a_4$ | $c_5$ | $b_1$ | $a_2$ | $c_3$ | $b_4$ | $a_5$ | $c_1$ |
| $c_3$ | $b_4$ | $a_5$ | $c_1$ | $b_2$ | $a_3$ | $c_4$ | $b_5$ | $a_1$ | $c_2$ | $b_3$ | $a_4$ | $c_5$ | $b_1$ | $a_2$ |
| $a_4$ | $c_5$ | $b_1$ | $a_2$ | $c_3$ | $b_4$ | $a_5$ | $c_1$ | $b_2$ | $a_3$ | $c_4$ | $b_5$ | $a_1$ | $c_2$ | $b_3$ |
| $b_5$ | $a_1$ | $c_2$ | $b_3$ | $a_4$ | $c_5$ | $b_1$ | $a_2$ | $c_3$ | $b_4$ | $a_5$ | $c_1$ | $b_2$ | $a_3$ | $c_4$ |
| $c_1$ | $b_2$ | $a_3$ | $c_4$ | $b_5$ | $a_1$ | $c_2$ | $b_3$ | $a_4$ | $c_5$ | $b_1$ | $a_2$ | $c_3$ | $b_4$ | $a_5$ |
| $a_2$ | $c_3$ | $b_4$ | $a_5$ | $c_1$ | $b_2$ | $a_3$ | $c_4$ | $b_5$ | $a_1$ | $c_2$ | $b_3$ | $a_4$ | $c_5$ | $b_1$ |
| $b_3$ | $a_4$ | $c_5$ | $b_1$ | $a_2$ | $c_3$ | $b_4$ | $a_5$ | $c_1$ | $b_2$ | $a_3$ | $c_4$ | $b_5$ | $a_1$ | $c_2$ |
| $c_4$ | $b_5$ | $a_1$ | $c_2$ | $b_3$ | $a_4$ | $c_5$ | $b_1$ | $a_2$ | $c_3$ | $b_4$ | $a_5$ | $c_1$ | $b_2$ | $a_3$ |
| $a_5$ | $c_1$ | $b_2$ | $a_3$ | $c_4$ | $b_5$ | $a_1$ | $c_2$ | $b_3$ | $a_4$ | $c_5$ | $b_1$ | $a_2$ | $c_3$ | $b_4$ |
| $b_1$ | $a_2$ | $c_3$ | $b_4$ | $a_5$ | $c_1$ | $b_2$ | $a_3$ | $c_4$ | $b_5$ | $a_1$ | $c_2$ | $b_3$ | $a_4$ | $c_5$ |
| $c_2$ | $b_3$ | $a_4$ | $c_5$ | $b_1$ | $a_2$ | $c_3$ | $b_4$ | $a_5$ | $c_1$ | $b_2$ | $a_3$ | $c_4$ | $b_5$ | $a_1$ |
| $a_3$ | $c_4$ | $b_5$ | $a_1$ | $c_2$ | $b_3$ | $a_4$ | $c_5$ | $b_1$ | $a_2$ | $c_3$ | $b_4$ | $a_5$ | $c_1$ | $b_2$ |
| $b_4$ | $a_5$ | $c_1$ | $b_2$ | $a_3$ | $c_4$ | $b_5$ | $a_1$ | $c_2$ | $b_3$ | $a_4$ | $c_5$ | $b_1$ | $a_2$ | $c_3$ |
| $c_5$ | $b_1$ | $a_2$ | $c_3$ | $b_4$ | $a_5$ | $c_1$ | $b_2$ | $a_3$ | $c_4$ | $b_5$ | $a_1$ | $c_2$ | $b_3$ | $a_4$ |

Pour que ces abaques soient panmagiques, il faut et il suffit, pour les abaques 1 et 2, que la somme des 5 nombres soit la même dans les trois grandes lignes du rectangle, et pour les autres abaques que ce rectangle soit magique.

Chacun de ces 6 abaques peut être superposé à l'un quelconque d'entre eux, de différentes manières, à la condition toutefois que l'orientation soit choisie de telle sorte que dans les deux abaques les lettres ne soient pas répétées le même nombre de fois, 3 ou 5, dans une même direction, afin d'éviter la répétition d'association.

Ainsi, on peut combiner l'abaque 2, dans lequel les lettres sont répétées 3 fois dans la direction d'une diagonale, avec un autre abaque 2 dans lequel la même répétition a lieu dans la direction de l'autre diagonale. Dans les abaques 2 on trouve 15 nombres différents dans chacune des lignes horizontales et verticales, et par conséquent tout carré panmagique obtenu par la superposition de deux de ces abaques fournit une solution du problème des $15^2$ officiers.

## *Carrés à grille*

J'appelle carré à *grille*, un carré de base $ab$ tel que dans tous les rectangles de côtes $a$ et $b$, et de même orientation, découpés sur le carré par une grille, la somme des $a\ b$ nombres est la même.

Il est aisé de voir que nos abaques 1 et 4 sont à grille. Leur superposition donnera donc un carré panmagique à grille rectangulaire de côtés 3 et 5, le grand côté horizontal et le petit côté vertical.

Voici les abaques et le carré obtenus, en remplaçant les lettres par des nombres convenablement choisis.

**Carré panmagique à grille**

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 193 | 198 | 106 | 161 | 27 | 88 | 33 | 211 | 131 | 177 | 73 | 93 | 1 | 56 | 147 |
| 89 | 45 | 214 | 122 | 170 | 74 | 105 | 4 | 47 | 140 | 194 | 210 | 109 | 152 | 20 |
| 68 | 99 | 10 | 51 | 142 | 188 | 204 | 115 | 156 | 22 | 83 | 39 | 220 | 126 | 172 |
| 183 | 196 | 116 | 162 | 28 | 78 | 31 | 221 | 132 | 178 | 63 | 91 | 11 | 57 | 148 |
| 90 | 34 | 212 | 125 | 179 | 75 | 94 | 2 | 50 | 149 | 195 | 199 | 107 | 155 | 29 |
| 69 | 100 | 6 | 52 | 143 | 189 | 205 | 111 | 157 | 23 | 84 | 40 | 216 | 127 | 173 |
| 181 | 206 | 117 | 163 | 18 | 76 | 41 | 222 | 133 | 168 | 61 | 101 | 12 | 58 | 138 |
| 79 | 32 | 215 | 134 | 180 | 64 | 92 | 5 | 59 | 150 | 184 | 197 | 110 | 164 | 30 |
| 70 | 96 | 7 | 53 | 144 | 190 | 201 | 112 | 158 | 24 | 85 | 36 | 217 | 128 | 174 |
| 191 | 207 | 118 | 153 | 16 | 86 | 42 | 223 | 123 | 166 | 71 | 102 | 13 | 48 | 136 |
| 77 | 35 | 224 | 135 | 169 | 62 | 95 | 14 | 60 | 139 | 182 | 200 | 119 | 165 | 19 |
| 66 | 97 | 8 | 54 | 145 | 186 | 202 | 113 | 159 | 25 | 81 | 37 | 218 | 129 | 175 |
| 192 | 208 | 108 | 151 | 26 | 87 | 43 | 213 | 121 | 176 | 72 | 103 | 3 | 46 | 146 |
| 80 | 44 | 225 | 124 | 167 | 65 | 104 | 15 | 49 | 137 | 185 | 209 | 120 | 154 | 17 |
| 67 | 98 | 9 | 55 | 141 | 187 | 203 | 114 | 160 | 21 | 82 | 38 | 219 | 130 | 171 |

En résumé, non seulement il est possible d'obtenir des carrés panmagiques de base $3n$, mais encore on peut augmenter leurs propriétés magiques en les construisant à grille.

### *Autres carrés de base $3n$*

*Théorème.* — Étant donnés deux rectangles de côtés $a$ et $b$, l'un magique et l'autre formé de nombres en progression arithmétique disposés dans l'ordre de croissance, la somme des $a\ b$ produits obtenus en multipliant chacun des nombres de l'un des rectangles par le nombre de la case correspondante de l'autre, est indépendante de la disposition des nombres dans le rectangle magique.

Ce théorème, très facile à démontrer, permet de construire immédiatement des carrés impairs de base $a\ b$, présentant l'égalité aux deux premiers degrés dans toutes les lignes horizontales et verticales et dans les $a\ b$ compartiments.

Par exemple, en superposant les deux abaques suivants, on obtiendra un carré de base 15 présentant les propriétés énoncées.

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 4 | 7 | 10 | 13 | 2 | 5 | 8 | 11 | 14 | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 |
| 2 | 5 | 8 | 11 | 14 | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 | 1 | 4 | 7 | 10 | 13 |
| 3 | 6 | 9 | 12 | 15 | 1 | 4 | 7 | 10 | 13 | 2 | 5 | 8 | 11 | 14 |
| 7 | 10 | 13 | 1 | 4 | 8 | 11 | 14 | 2 | 5 | 9 | 12 | 15 | 3 | 6 |
| 8 | 11 | 14 | 2 | 5 | 9 | 12 | 15 | 3 | 6 | 7 | 10 | 13 | 1 | 4 |
| 9 | 12 | 15 | 3 | 6 | 7 | 10 | 13 | 1 | 4 | 8 | 11 | 14 | 2 | 5 |
| 13 | 1 | 4 | 7 | 10 | 14 | 2 | 5 | 8 | 11 | 15 | 3 | 6 | 9 | 12 |
| 14 | 2 | 5 | 8 | 11 | 15 | 3 | 6 | 9 | 12 | 13 | 1 | 4 | 7 | 10 |
| 15 | 3 | 6 | 9 | 12 | 13 | 1 | 4 | 7 | 10 | 14 | 2 | 5 | 8 | 11 |
| 4 | 7 | 10 | 13 | 1 | 5 | 8 | 11 | 14 | 2 | 6 | 9 | 12 | 15 | 3 |
| 5 | 8 | 11 | 14 | 2 | 6 | 9 | 12 | 15 | 3 | 4 | 7 | 10 | 13 | 1 |
| 6 | 9 | 12 | 15 | 3 | 4 | 7 | 10 | 13 | 1 | 5 | 8 | 11 | 14 | 2 |
| 10 | 13 | 1 | 4 | 7 | 11 | 14 | 2 | 5 | 8 | 12 | 15 | 3 | 6 | 9 |
| 11 | 14 | 2 | 5 | 8 | 12 | 15 | 3 | 6 | 9 | 10 | 13 | 1 | 4 | 7 |
| 12 | 15 | 3 | 6 | 9 | 10 | 13 | 1 | 4 | 7 | 11 | 14 | 2 | 5 | 8 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 180 | 30 | 0 | 150 | 165 | 60 | 195 | 210 | 45 | 15 | 75 | 90 | 105 | 120 | 135 |
| 75 | 90 | 105 | 120 | 135 | 180 | 30 | 0 | 150 | 165 | 60 | 195 | 210 | 45 | 15 |
| 60 | 195 | 210 | 45 | 15 | 75 | 90 | 105 | 120 | 135 | 180 | 30 | 0 | 150 | 165 |
| 150 | 165 | 180 | 30 | 0 | 45 | 15 | 60 | 195 | 210 | 120 | 135 | 75 | 90 | 105 |
| 120 | 135 | 75 | 90 | 105 | 150 | 165 | 180 | 30 | 0 | 45 | 15 | 60 | 195 | 210 |
| 45 | 15 | 60 | 195 | 210 | 120 | 135 | 75 | 90 | 105 | 150 | 165 | 180 | 30 | 0 |
| 30 | 0 | 150 | 165 | 180 | 195 | 210 | 45 | 15 | 60 | 90 | 105 | 120 | 135 | 75 |
| 90 | 105 | 120 | 135 | 75 | 30 | 0 | 150 | 165 | 180 | 195 | 210 | 45 | 15 | 60 |
| 195 | 210 | 45 | 15 | 60 | 90 | 105 | 120 | 135 | 75 | 30 | 0 | 150 | 165 | 180 |
| 165 | 180 | 30 | 0 | 150 | 15 | 60 | 195 | 210 | 45 | 135 | 75 | 90 | 105 | 120 |
| 135 | 75 | 90 | 105 | 120 | 165 | 180 | 30 | 0 | 150 | 15 | 60 | 195 | 210 | 45 |
| 15 | 60 | 195 | 210 | 45 | 135 | 75 | 90 | 105 | 120 | 165 | 180 | 30 | 0 | 150 |
| 0 | 150 | 165 | 180 | 30 | 210 | 45 | 15 | 60 | 195 | 105 | 120 | 135 | 75 | 90 |
| 105 | 120 | 135 | 75 | 90 | 0 | 150 | 165 | 180 | 30 | 210 | 45 | 15 | 60 | 195 |
| 210 | 45 | 15 | 60 | 195 | 105 | 120 | 135 | 75 | 90 | 0 | 150 | 165 | 180 | 30 |

En disposant en rectangle les 15 nombres d'une ligne horizontale ou verticale de l'un des abaques, et les 15 nombres des cases correspondantes de l'autre abaque, on voit qu'en vertu du théorème la somme des produits deux à deux des nombres des cases correspondantes est constante. Or la somme des carrés des 15 nombres d'une ligne quelconque de chaque abaque est aussi constante. Donc la somme des carrés des nombres de chaque ligne du carré obtenu par la superposition des deux abaques est constante. Et il est clair que la somme des carrés des 15 nombres de chaque compartiment rectangulaire donne la même constante.

La méthode ne donne pas l'égalité aux deux premiers degrés dans les diagonales, parce que le nombre de la base contient le facteur 3 à la première puissance seulement.

### *Carrés cabalistiques.*

J'ai appelé carré cabalistique tout carré panmagique au premier degré et magique au second.

On peut toujours construire un carré cabalistique lorsque la base est un nombre composé, autre que 4, ne contenant pas de facteur premier à la première puissance seulement.

Je me contenterai, dans cette note, de présenter une formule donnant une infinité de carrés cabalistiques de base 8.

**Carré cabalistique figurant une solution du problème des 64 officiers.**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $a$<br>$p+r$ | $b-c$<br>$q-r+s$ | $b+d$<br>$p$ | $a+c+d$<br>$q+s$ | $b$<br>$p+r+s$ | $a+c$<br>$q-r$ | $a+d$<br>$p+s$ | $b-c+d$<br>$q$ |
| $b$<br>$p$ | $a+c$<br>$q+s$ | $a+d$<br>$p+r$ | $b-c+d$<br>$q-r+s$ | $a$<br>$p+s$ | $b-c$<br>$q$ | $b+d$<br>$p+r+s$ | $a+c+d$<br>$q-r$ |
| $a+c+d$<br>$p+r+s$ | $b+d$<br>$q-r$ | $b-c$<br>$p+s$ | $a$<br>$q$ | $b-c+d$<br>$p+r$ | $a+d$<br>$q-r+s$ | $a+c$<br>$p$ | $b$<br>$q+s$ |
| $b-c+d$<br>$p+s$ | $a+d$<br>$q$ | $a+c$<br>$p+r+s$ | $b$<br>$q-r$ | $a+c+d$<br>$p$ | $b+d$<br>$q+s$ | $b-c$<br>$p+r$ | $a$<br>$q-r+s$ |
| $a+d$<br>$q-r$ | $b-c+d$<br>$p+r+s$ | $b$<br>$q$ | $a+c$<br>$p+s$ | $b+d$<br>$q-r+s$ | $a+c+d$<br>$p+r$ | $a$<br>$q+s$ | $b-c$<br>$p$ |
| $b+d$<br>$q$ | $a+c+d$<br>$p+s$ | $a$<br>$q-r$ | $b-c$<br>$p+r+s$ | $a+d$<br>$q+s$ | $b-c+d$<br>$p$ | $b$<br>$q-r+s$ | $a+c$<br>$p+r$ |
| $a+c$<br>$q-r+s$ | $b$<br>$p+r$ | $b-c+d$<br>$q+s$ | $a+d$<br>$p$ | $b-c$<br>$q-r$ | $a$<br>$p+r+s$ | $a+c+d$<br>$q$ | $b+d$<br>$p+s$ |
| $b-c$<br>$q+s$ | $a$<br>$p$ | $a+c+d$<br>$q-r+s$ | $b+d$<br>$p+r$ | $a+c$<br>$q$ | $b$<br>$p+s$ | $b-c+d$<br>$q-r$ | $a+d$<br>$p+r+s$ |

Les 8 régiments sont figurés par $a$, $a+c$, $b-c$, $b$, $a+d$, $a+c+d$, $b-c+d$, $b+d$, et les 8 grades par $p$, $p+r$, $q-r$, $q$, $p+s$, $p+r+s$, $q-r+s$, $q+s$.

Quelles que soient les valeurs données aux lettres, notre carré

est panmagique et présente l'égalité au deuxième degré dans toutes les lignes parallèles aux côtés ; enfin, il suffit que les valeurs données aux lettres satisfassent à la relation $r(a - b) = c(p - q)$ pour que l'égalité au deuxième degré s'étende aussi aux diagonales et que, par suite, le carré devienne cabalistique.

En particulier pour $a = 1$, $b = 4$, $c = 1$, $d = 4$, $p = 0$, $q = 24$, $r = 8$, $s = 32$, les 64 cases se trouvent remplies par les 64 premiers nombres entiers et le carré numérique obtenu est cabalistique.

---

## M. le Commandant COCCOZ

A Paris

### CARRÉS MAGIQUES [J 1]

— *Séance du 6 août* —

1° *Suite aux explications énoncées au précédent Congrès et relatives à certaines propriétés des carrés magiques construits par diverses méthodes.*

Au Congrès de Montauban (*), en terminant un exposé succinct du beau problème de partition résolu par M. Rilly et en faisant remarquer que : quelques carrés ont des lignes autrement composées que celles obtenues directement par les méthodes précédemment décrites, nous insistions sur ce fait que les diagonales employées par l'auteur sont toutes de la classe ou famille 132. Or, il n'est pas rare que, par suite de changements dans l'ordre de ses lignes, un carré puisse être présenté avec des diagonales de différentes classes.

Prenons pour exemple le carré n° 220 de la brochure ; en changeant convenablement l'ordre d'inscription des horizontales et des verticales on aurait d'autres diagonales que celles 41 42 43 et 44, et notamment :

2 14 20 32 37 41 55 59 ou 3 15 17 29 40 44 54 58
6 10 24 28 33 45 51 63 ou 7 11 21 25 36 48 50 62

qui sont des classes 68 et 196.

(*) *Note Errata.* — Page 138, ligne 16, demi-générateur au lieu de semi. — Page 146, 7e ligne en remontant, 28 7 35 14 au lieu de 28 7 35 13. — Page 150, 9e ligne, $2 \times 10 = 20$ au lieu de $2 \times 11 = 22$. — Page 152, 5e ligne en remontant, ajouter M entre *d* et D. — Dernière ligne, ajouter après Constante : ce qui les a fait appeler *à grille*. — Page 148, carré n° 1, colonne 1 : F*t* au lieu de F. — Page 156, carré n° 2, 1re colonne, B*x* au lieu de E*x*.

**Carré n° 220 initial.**

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 10 | 43 | 50 | **19** | **8** | 37 | 64 | 29 |
| 2 | 52 | 17 | **12** | 41 | 62 | **31** | 6 | 39 |
| 3 | 21 | **56** | 45 | 16 | 27 | 58 | **35** | 2 |
| 4 | **47** | 14 | 23 | 54 | 33 | 4 | 25 | **60** |
| 1 | **57** | 28 | 1 | 36 | 55 | 22 | 15 | **46** |
| 2 | 3 | **34** | 59 | 26 | 13 | 48 | **53** | 24 |
| 3 | 38 | 7 | **30** | 63 | 44 | **9** | 20 | 49 |
| 4 | 32 | 61 | 40 | **5** | **18** | 51 | 42 | 11 |

**Après permutation de lignes.**

| | | | 3 | 4 | | | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 10 | 43 | 64 | 29 | 8 | 37 | 50 | 19 |
| 2 | 3 | 34 | 53 | 24 | 13 | 48 | 59 | 26 |
| | 21 | 56 | 35 | 2 | 27 | 58 | 45 | 16 |
| | 47 | 14 | 25 | 60 | 33 | 4 | 23 | 54 |
| | 57 | 28 | 15 | 46 | 55 | 22 | 1 | 36 |
| 2 | 52 | 17 | 6 | 39 | 62 | 31 | 12 | 41 |
| | 38 | 7 | 20 | 49 | 44 | 9 | 30 | 63 |
| | 32 | 61 | 42 | 11 | 18 | 51 | 40 | 5 |

Le carré est tel que l'on peut permuter deux rectangles; mais, au 1er degré, il y a d'autres particularités à signaler : il est à quartiers égaux, pandiagonal, et conserve cette propriété quand on permute verticales ou horizontales portant le même numéro d'ordre inscrit en tête ou en marge du carré.

Les carrés n° 78 et 230 de la brochure donnent lieu à des remarques semblables.

La recherche des lignes de huit nombres donnant les deux constantes 260 et 11,180, exige beaucoup de patience et d'ordre. Il est indispensable d'avoir établi à l'avance des listes distinctes de nombres pairs et de nombres impairs. Toutefois, on abrège considérablement le travail intellectuel, ainsi que les écritures, en utilisant des formules calculées dans ces dernières années, après l'achèvement de la brochure, soit par exemple le 16e groupe de la classe $S_1 = 80$; il se compose d'abord des quatre égalités suivantes, dont les termes élevés à la seconde puissance $S_2$ ont pour somme 2,664 :

48 14 10 8 = 46 20 12 2 = 44 26 6 4 = 40 32 6 2

La belle formule $S_2 + S'_2 = 130\ (S_1 - 44)$ (*)

devient $2.664 + S'_2 = 130\ (80 - 44) = 130 \times 36 = 4.680$ et fait présumer qu'il y a dans ce groupe un ou plusieurs compléments quartenaires tels que $S'_2 = 2.016$, soit $(2.016 + 2.664 = 4.680)$.

Les listes des pairement et des impairement pairs donneront $S'_2 = 36^2\ 20^2\ 16^2\ 8^2 = 32^2\ 28^2\ 12^2\ 8^2 = 32^2\ 24^2\ 20^2\ 4^2 = 2.016$.

(*) $S'_2$ est la somme des carrés des 4 nombres pairs, $S_1$ complémentaires des 4 impairs de la suite considérée : $a + b + c + d$ pairs, $a' + b' + c' + d'$ impairs.

La somme des carrés des complémentaires à 65 de $S_2 = 9164$, $2016 + 9164 = 11,180$, réciproquement, la somme des carrés des complémentaires à 65 de $S'_2 = 8,516$ qui ajouté à $2,664 = 11,180$.

Un bel exemple de l'emploi des égalités est celui du 131[e] groupe de la famille 132. La formule

$$S_2 + S'_2 = 11,440$$

donne quatorze égalités ayant pour sommes . . . . . 132 et 5720;
les impairs complémentaires ont pour sommes . . . 128 et 5460;
il en résulte 196 bonnes lignes :

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N° 1 — | 64 | 30 | 20 | 18 | 47 | 45 | 35 | 1 | N° 8 — | 56 | 46 | 18 | 12 | 53 | 47 | 19 | 9 |
| N° 2 — | 62 | 36 | 18 | 16 | 49 | 47 | 29 | 3 | N° 9 — | 56 | 42 | 28 | 6 | 59 | 37 | 23 | 9 |
| N° 3 — | 62 | 34 | 24 | 12 | 53 | 41 | 31 | 3 | N° 10 — | 54 | 48 | 20 | 10 | 55 | 45 | 17 | 11 |
| N° 4 — | 60 | 40 | 18 | 14 | 51 | 47 | 25 | 5 | N° 11 — | 54 | 42 | 32 | 4 | 61 | 33 | 23 | 11 |
| N° 5 — | 60 | 38 | 24 | 10 | 55 | 41 | 27 | 5 | N° 12 — | 52 | 48 | 26 | 6 | 59 | 39 | 17 | 13 |
| N° 6 — | 60 | 34 | 30 | 8 | 57 | 35 | 31 | 5 | N° 13 — | 50 | 48 | 30 | 4 | 61 | 35 | 17 | 15 |
| N° 7 — | 58 | 36 | 32 | 6 | 59 | 33 | 29 | 7 | N° 14 — | 48 | 46 | 36 | 2 | 63 | 29 | 19 | 17 |

Parmi ces 196 lignes à deux constantes, les 14 du tableau sont composées chacune de quatre couples 65 et, dans ce cas, la somme des cubes est une troisième constante égale à 540,800.

Si, au lieu de complémentaires à 65 d'une suite S, on prend ceux à 66, on obtient 4 nombres pairs $66 - a$, $66 - b$, $66 - c$, $66 - d$, qui appartiennent à la classe $264 - S_1$. Exemples : $S_1 = 108$ $S_1 = 100$ on a $264 - 108 = 156$ et $264 - 100 = 164$.

| (108) | | | | (156) | | | | (100) | | | | (164) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 60 | 40 | 6 | 2 | 64 | 60 | 26 | 6 | 64 | 18 | 14 | 4 | 62 | 52 | 48 | 2 |
| 64 | 32 | 10 | 2 | 64 | 56 | 34 | 2 | 64 | 18 | 10 | 8 | 58 | 56 | 48 | 2 |
| 62 | 36 | 8 | 2 | 64 | 58 | 30 | 4 | 64 | 16 | 14 | 6 | 60 | 52 | 50 | 2 |
| 62 | 36 | 6 | 4 | 62 | 60 | 30 | 4 | 64 | 14 | 12 | 10 | 56 | 54 | 52 | 2 |

Les classes qui comprennent une quantité assez importante de groupes et de lignes permettent de déterminer par le procédé suivant des groupes et des lignes de classes plus élevées qu'elles de 8 unités. Soient $a$, $b$, $c$, $d$, les 4 nombres pairs de la classe $S_1 = 132$ (aucun de ces nombres n'étant 64) on aura $a + 2$, $b + 2$, $c + 2$, $d + 2$ qui appartiendront à la classe $S_1 + 8 = 140$ et, ce qui abrège les calculs, les sommes des carrés $S_2$ de la nouvelle classe s'obtiendront en ajoutant aux $S_2$ de la composante $4\,(S_1 + 4)$, c'est-à-dire $4\,(132 + 4) = 544$. Exemples :

| (132) | (Carrés) | (140) | (Carrés) | |
|---|---|---|---|---|
| 60 56 14 2 | 6936 | 62 58 16 4 | 7480 | et en effet en ajoutant |
| 62 54 12 4 | 6920 | 64 56 14 6 | 7464 | 544 à 6936 6920 |
| 60 56 10 6 | 6872 | 62 58 12 8 | 7416 | 6872 6760 6728 |
| 58 56 16 2 | 6760 | 60 58 18 4 | 7304 | on a les nombres appar- |
| 62 52 12 6 | 6728 | 64 54 14 8 | 7272 | tenant à la classe 140. |

S'il s'agissait de passer de 136 à 144, la somme des carrés serait $4(136 + 4) = 560$. Exemples :

| (136) | (Carrés) | (144) | (Carrés) | |
|---|---|---|---|---|
| 60 58 14 4 | 7176 | 62 60 16 6 | 7736 | $7176 + 560 = 7736$ |
| 62 54 18 2 | 7088 | 64 56 20 4 | 7648 | $7088 + 560 = 7648$ |
| 60 54 20 2 | 6920 | 62 56 22 4 | 7480 | $6920 + 560 = 7480$ |
| 60 54 18 4 | 6856 | 62 56 20 6 | 7416 | $6856 + 560 = 7416$ |
| 58 56 16 6 | 6792 | 60 58 18 8 | 7352 | $6792 + 560 = 7352$ |

## 2° *Propriétés de certains Carrés magiques de racine impaire*

Il y a dans le mémoire de Sauveur un carré magique de 15 fait par la méthode des indices qui, à cause du facteur 3, a dans chaque diagonale des périodes de termes les uns de la suite naturelle de 1 à 15, les autres appartenant à celle de la progression arithmétique dont la raison est 15 et la somme 1575. On sait qu'il faut, pour qu'un tel carré soit pandiagonal, que les termes répétés aient des valeurs convenables.

Voici les conditions dans lesquelles nous en avons construit un qui a été publié il y a plusieurs années dans les Tablettes du Chercheur. Les premiers indices sont 13 et 2; la première horizontale est : 126 24 140 166 154 213 188 208 119 15 87 41 70 92 52. Cela est suffisant pour construire le carré; nous ajoutons cependant quelques détails : La 1re diagonale, ainsi que ses parallèles, comprend tous les termes de la progression dont la somme est 1575, avec répétition de 6 1 8 15 10 = 40. Ses parallèles ont alternativement la même composition ou l'une des deux = 9 4 13 12 2; 5 3 14 11 7 = 40.

Dans la seconde diagonale sont les nombres de 1 à 15 = 120 et trois fois le groupe 45 30 105 210 135 = 525.

Ses parallèles ont alternativement la même composition, ou l'un des deux autres groupes égaux à 525 répétés : 90 75 195 150 15, 60 0 180 165 120. Ce qui donne à toutes ces lignes la constante 1695.

Ajoutons que, si l'on intervertit à la fois les colonnes et les rangées

suivant 1 3 5 7 9.... 14 ou bien 1 5 9 13 17.... 12, ou 1 9 2.... 8, on obtient des pandiagonaux. Exemple : 1 3 5 7.... 14.

(*) A — 126 140 154 188 119 87 70 52 24 166 213 208 15 41 92 = 1695
B — 126 34 209 175 54 78 195 137 95 8 222 22 61 118 161 = 1695
C — 126 98 40 1 210 216 173 25 46 75 81 113 190 151 150 = 1695
D — 140 134 97 33 11 200 224 172 18 56 65 89 112 183 161 = 1695
E — 92 201 20 79 158 104 207 25 82 159 91 198 28 90 161 = 1695
F — 22 205 102 164 83 19 200 96 152 86 30 208 84 151 93 = 1695

En partageant le carré de 15 en compartiments égaux comme l'a fait M. Pfefferman les résultats sont surprenants par leur quantité aux deux premiers degrés..

Diagramme des deux premiers rectangles ; les trois autres peuvent être facilement construits en se réglant sur ceux-ci :

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ap | Bq | Cr | Ds | Et | Fu | Gv | Hx | Iy | Jz | Kα | Lβ | Mγ | Nδ | Oε |
| Fα | Gβ | Hγ | Iδ | Jε | Kp | Lq | Mr | Ns | Ot | Au | Bv | Cx | Dy | Ez |
| Ku | Lv | Mx | Ny | Oz | Aα | Bβ | Cγ | Dδ | Eε | Fp | Gq | Hr | Is | Jt |
| Eq | Ar | Bs | Ct | Dp | Jv | Fx | Gy | Hz | Iu | Oβ | Kγ | Lδ | Mε | Nα |
| Jβ | Fγ | Gδ | Hε | Iα | Oq | Kr | Ls | Mt | Np | Ev | Ax | By | Cz | Du |
| Ov | Kx | Ly | Mz | Nu | Eβ | Aγ | Bδ | Cε | Dα | J | F | G | H | I |

Valeurs attribuées aux 30 lettres :

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O |
| 180 | 195 | 210 | 150 | 165 | 30 | 45 | 60 | 0 | 15 | 105 | 120 | 135 | 75 | 90 |
| 3 | 1 | 15 | 13 | 8 | 11 | 9 | 2 | 6 | 12 | 10 | 14 | 7 | 5 | 4 |
| p | q | r | s | t | u | v | x | y | z | α | β | γ | δ | ε |

Les diagonales sont ainsi composées : 2G, 2C, 2I, 2E = 840 + A M J K N F B = 735. Total 1575. p, 3β, 3x, 3t, 2α 2y, s = 120 ; la seconde : 3D, 3H, 3K, 2E, 2G, L, O = 1575, q, r, t, u, 2v, 2y, z, 2α, 2γ, δ, ε = 120. On a ainsi la constante 1695 au 1[er] degré.

La somme des carrés des 225 nombres est . . . . . . . 254.815

Celle des carrés des termes des 2 progressions est

228,375 + 1240 = 229.615

Différence. . . . . . . . 25.200

(*) A 1[re] horizontale ; B verticale de gauche ; C 1[re] diagonale de gauche à droite ; D parallèle à la 1[re] diagonale partant de 140 ; E seconde diagonale allant de droite à gauche en descendant ; F parallèle à la seconde diagonale allant à partir de 22 de gauche à droite en montant, aboutissant à 208 de la 1[re] horizontale.

Pour qu'il y ait second degré, cette différence, somme des doubles produits des termes accouplés ou plus simplement sa moitié 12,600, doit se trouver dans 15 cases où sont inscrites les 30 lettres employées.

Dans le 1er compartiment, elle est ainsi répartie :

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1re rangée | 540 | 195 | 3150 | 1950 | 1320 = 7155 | | 12,600 donc 2e degré |
| 2e — | 300 | 630 | 420 | 0 | 60 = 1410 | | dans les 15 compar- |
| 3e — | 1155 | 1080 | 270 | 450 | 1080 = 4035 | | timents. |

Même résultat si l'on réunit 15 éléments pris à raison d'un seul dans chaque compartiment et à condition que les cases occupent des places homologues ; 1er exemple : la 1re case; 2e exemple : les cases centrales.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1re verticale | 540 | 165 | 2250 | 2730 | 1560 = 7245 | |
| 2e — | 330 | 135 | 0 | 360 | 540 = 1365 | 12,600 |
| 3e — | 1050 | 1260 | 525 | 675 | 480 = 3990 | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Cases au centre | 420 | 2025 | 420 | 225 | 1560 = 4650 | |
| de chaque | 1170 | 120 | 840 | 2160 | 150 = 4440 | 12,600 |
| compartiment | 270 | 1815 | 0 | 75 | 1350 = 3510 | |

En général, par compartiments, on a des chiffres considérables. Partageons un carré de 15 en neuf carrés de 5 par indices, ayant par ordre pour constantes 65 190 315 440 565 690 815 940 1065.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| On aura | 690 | 65 | 940 | = 1695 |
| | 815 | 565 | 315 | = 1695 |
| | 190 | 1065 | 440 | = 1695 |
| | 1695 | 1695 | 1695 | |

et, comme chaque carré partiel peut recevoir huit orientations, le nombre des variations sera $9^8 = 43.046.721$, indépendamment de celles qui sont particulières à la méthode des indices et que l'on peut appliquer à sa guise.

Au chapitre XI § 83 de son mémoire, Sauveur ébauche la question des cubes et des carrés composés avec trois sortes de lettres et des termes non consécutifs. Comme exemple, il donne un carré de 7 dont les premiers indices sont 2 3 4.

Lettres et leurs valeurs, et première horizontale du carré :

| A | B | C | D | E | F | G | | p | q | r | s | t | u | x | | h | i | k | l | m | n | o |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 21 | 42 | 63 | 84 | 105 | 126 | ; | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 14 | 14 | ; | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |

| Aph | Bqi | Crk | Dsl | Etm | Fun | Gxo. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 23 | 45 | 67 | 96 | 125 | 147 = 504. |

Pareille question n'avait jamais été présentée d'une manière aussi remarquable que par le Révérend A. H. Frost. Au Congrès de Caen nous avons mentionné l'un de ses mémoires daté de 1877, extrait du tome XV *of the Quartely Journal of pure and applied Mathematics*. Dans ce mémoire est décrit le modèle en Cristal d'un cube composé de 343 *cubelets;* chacun étant commun à plusieurs carrés, porte gravés les nombres qui déterminent sa place dans le cube. Ce modèle est actuellement exposé au *South Kensington Museum*

Voici l'un des carrés verticaux intérieurs du cube constante 1204, pour les détails, se reporter aux pages 171, 172, 173, 181 du volume 23[e] session 1894.

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 000 | $C_6$r | $A_4$v | $F_2$s | $D_7$p | $B_5$t | $G_3$q | $E_1$u |
| 523 | $G_2$p | $E_7$t | $C_5$q | $A_3$u | $F_1$r | $D_6$v | $B_4$s |
| 346 | $D_5$u | $B_3$r | $G_1$v | $E_6$s | $C_4$p | $A_2$t | $F_7$q |
| 162 | $A_1$s | $F_6$p | $D_4$t | $B_2$q | $G_7$u | $E_5$r | $C_3$v |
| 615 | $E_4$q | $C_2$u | $A_7$r | $F_5$v | $D_3$s | $B_1$p | $G_6$t |
| 431 | $B_7$v | $G_5$s | $E_3$p | $C_1$t | $A_6$q | $F_4$u | $D_2$r |
| 254 | $F_3$t | $D_1$q | $B_6$u | $G_4$r | $E_2$v | $C_7$s | $A_5$p |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 262 | 154 | 88 | 316 | 208 | 142 | 34 |
| 92 | 327 | 212 | 104 | 38 | 273 | 158 |
| 223 | 108 | 49 | 277 | 162 | 54 | 331 |
| 4 | 281 | 173 | 58 | 342 | 227 | 119 |
| 177 | 69 | 297 | 238 | 123 | 8 | 292 |
| 308 | 242 | 127 | 19 | 247 | 188 | 73 |
| 138 | 23 | 258 | 192 | 84 | 312 | 197 |

Sans construire un carré fait par indices, on peut se rendre compte de l'accord de la pratique avec ce qu'enseigne la théorie. Soit le carré de 25. Il est facile, un indice étant déterminé, de relever la suite des nombres des deux verticales extrêmes et des deux diagonales.

Laissons de côté les nombres ou indices 0, 1, 24, ainsi que le facteur 5 et ses multiples dont nous connaissons les motifs d'exclusion, et soit l'indice $5 - 1 = 4$ :

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Verticale de gauche | 0 | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 | 24 | 3 | 7 | 11 | 15 ..... |
| 1[re] diagonale | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 1 | 5 | 10 | 15 | 20 | 1 ..... |

Inutile de continuer; après la 11[e] rangée, on constate la période des cinq termes : 5 10 15 20 1.

Opération semblable pour l'indice 5 + 1 = 6 :

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Verticale de gauche | 0 | 6 | 12 | 18 | 24 | 5 | 11 | 17 | 23 | 4 | ..... |
| 1re diagonale | 0 | 7 | 14 | 21 | 3 | 10 | 17 | 24 | 6 | 13 | ..... |
| Verticale de droite | 24 | 5 | 11 | 17 | 23 | 4 | 10 | 16 | 22 | 3 | ..... |
| 2e diagonale | (24 | 4 | 9 | 14 | 19) | (24 | 4 | 9 | 14 | 19) | |

On voit que l'on doit éliminer des premiers indices les termes qui diffèrent de 5 et de ses multiples, d'une unité, en plus ou en moins.

Par un procédé analogue, on constaterait que les indices restants que l'on peut accoupler sont : 2 3; 2 8, 2 13, 2 18, 2 23; 3 7, 3 12, 3 17. 3 22; 7 8, 7 13, 7 18. 7 23; 8 12, 8 17, 8 22; 12 13, 12 18, 12 23; 13 17, 13 22; 17 18, 17 23; 18 22; 22 23.

Parmi ces couples, 2 23, 3 22, 7 18, 8 17, 12 13, sont préférables à cause de l'égalité à 25 de tous ceux qui sont mis en marge à leur suite, tandis qu'avec les autres cette suite est désordonnée.

Bien que dans un carré de 35 il entre 600 termes de plus que dans celui de 25, comme il faut éliminer les multiples de 5 et de 7, il ne reste que 2 3 12 17 18 23 32 33, huit nombres au lieu de 10. Accouplements préférables : 2 23, 3 32, 12 23, 17 18.

*3° Carrés magiques de neuf diaboliques (ou pandiagonaux).*

Sous le titre, nous avons donné (page 150) deux exemples de carrés de 9 à grille qui conservent leurs propriétés quand, *dans les deux sens*, les lignes du carré considéré comme initial sont interverties de six manières différentes; il convient d'ajouter que cette propriété subsiste même quand l'intervention ne porte que sur les horizontales ou sur les verticales. Ainsi, le carré n° 4, de M. Pfeffermann (page 152), si les colonnes étaient suivant l'ordre naturel 1 2 3 4 5 6 7 8 9 aurait pour diagonales :

1 61 21 77 47 67 45 15 35 = 39 60 68 8 47 28 76 16 27 = 369

Si les colonnes seules étaient suivant : 1 3 5 4 6 8 7 9 2 les diagonales seraient :

1 30 56 77 22 51 45 71 16 = 78 35 10 38 22 63 7 66 50 = 369

On a construit beaucoup de carrés de 9 en se réglant plus ou moins sur celui de 3. Voici avec application une notation bien simple imaginée en 1886 par M. le général Frolow pour obtenir des diaboliques (ou pandiagonaux).

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $1^{1}$ | $5^{8}$ | $9^{6}$ | $6^{1}$ | $7^{8}$ | $2^{6}$ | $8^{1}$ | $3^{8}$ | $4^{6}$ |
| $8^{5}$ | $3^{3}$ | $4^{7}$ | $1^{5}$ | $5^{3}$ | $9^{7}$ | $6^{5}$ | $7^{3}$ | $2^{7}$ |
| $6^{9}$ | $7^{4}$ | $2^{2}$ | $8^{9}$ | $3^{4}$ | $4^{2}$ | $1^{9}$ | $5^{4}$ | $9^{2}$ |
| $1^{6}$ | $5^{1}$ | $9^{8}$ | $6^{6}$ | $7^{1}$ | $2^{8}$ | $8^{6}$ | $3^{1}$ | $4^{3}$ |
| $8^{7}$ | $3^{5}$ | $4^{3}$ | $1^{7}$ | $5^{5}$ | $9^{3}$ | $6^{7}$ | $7^{5}$ | $2^{4}$ |
| $6^{2}$ | $7^{9}$ | $2^{4}$ | $8^{2}$ | $3^{9}$ | $4^{4}$ | $1^{2}$ | $5^{9}$ | $9^{8}$ |
| $1^{8}$ | $5^{6}$ | $9^{1}$ | $6^{8}$ | $7^{6}$ | $2^{1}$ | $8^{8}$ | $3^{6}$ | $4^{1}$ |
| $8^{3}$ | $3^{7}$ | $4^{5}$ | $1^{3}$ | $5^{7}$ | $9^{5}$ | $6^{3}$ | $7^{7}$ | $2^{5}$ |
| $6^{4}$ | $7^{2}$ | $2^{9}$ | $8^{4}$ | $3^{2}$ | $4^{9}$ | $1^{4}$ | $5^{2}$ | $9^{9}$ |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 44 | 78 | 46 | 62 | 15 | 64 | 26 | 33 |
| 68 | 21 | **34** | **5** | **39** | 79 | 50 | 57 | 16 |
| 54 | 58 | **11** | **72** | **22** | 29 | 9 | 40 | 74 |
| 6 | 37 | **80** | **51** | **55** | 17 | 69 | 19 | 35 |
| 70 | 23 | 30 | 7 | 41 | 75 | 52 | 59 | 12 |
| 47 | 63 | 13 | 65 | 27 | 31 | 2 | 45 | 76 |
| 8 | 42 | 73 | 53 | 60 | 10 | 71 | 24 | 28 |
| 66 | 25 | 32 | 3 | 43 | 77 | 48 | 61 | 14 |
| 49 | 56 | 18 | 67 | 20 | 36 | 4 | 38 | 81 |

Dans chaque compartiment sont deux fois les chiffres de 1 à 9, à raison de 2 par case ; l'un indique le numéro de la rangée d'une table d'addition, et l'autre, celui en exposant, le numéro d'ordre dans cette rangée. Ainsi, $5^{8}$ de la table ordinaire exprime le 8ᵉ nombre de la 5ᵉ rangée : 37 38 39 40 41 42 43, c'est-à-dire 44 et ainsi des autres. Le carré résultant est *à grille* et pandiagonal, il possède toutes les propriétés de ces sortes de carrés. Avec la seconde et la troisième table d'addition on a les deux carrés suivants :

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 50 | 72 | 34 | 74 | 15 | 58 | 26 | 39 |
| 68 | 9 | 46 | 11 | 33 | 79 | 44 | 57 | 22 |
| 54 | 64 | 5 | 78 | 16 | 29 | 21 | 40 | 62 |
| 12 | **31** | **80** | **45** | 55 | 23 | 69 | 7 | 47 |
| 76 | **17** | **30** | **19** | 41 | 63 | 52 | 65 | 6 |
| 35 | **75** | **13** | **59** | 27 | 37 | 2 | 51 | 70 |
| 20 | 42 | 61 | 53 | 66 | 4 | 77 | 18 | 28 |
| 60 | 25 | 38 | 3 | 49 | 71 | 36 | 73 | 14 |
| 43 | 56 | 24 | 67 | 8 | 48 | 10 | 32 | 81 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 68 | 54 | 16 | 74 | 33 | 22 | 62 | 39 |
| 50 | 9 | 64 | 29 | 15 | 79 | 44 | 21 | 58 |
| 72 | 46 | 5 | 78 | **34** | **11** | **57** | 40 | 26 |
| 30 | 13 | 80 | 45 | **19** | **59** | **51** | 7 | 65 |
| 76 | 35 | 12 | 55 | **41** | **27** | **70** | 47 | 6 |
| 17 | 75 | 31 | 23 | 63 | 37 | 2 | 69 | 52 |
| 56 | 42 | 25 | 71 | 48 | 4 | 77 | 36 | 10 |
| 24 | 61 | 38 | 3 | 67 | 53 | 18 | 73 | 32 |
| 43 | 20 | 60 | 49 | 8 | 66 | 28 | 14 | 81 |

En se guidant sur la seconde table d'addition

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 10 | 11 | 12 | 19 | 20 | 21 |
| 0 | 3 | 6 | 27 | 30 | 33 | 54 | 57 | 60 |

et une autre notation, on a un carré *à grille* ayant toutes les propriétés déjà énumérées, et aussi en utilisant la Table n° 3.

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 45 | 74 | 4 | 12 | 50 | 61 | 69 | 26 | 28 |
| 76 | 9 | 38 | 52 | 57 | 14 | 19 | 33 | 71 |
| 2 | 40 | 81 | 59 | 16 | 48 | 35 | 64 | 24 |
| 34 | 66 | 23 | 1 | 42 | 80 | 58 | 18 | 47 |
| 68 | 25 | 30 | 44 | **73** | **6** | **11** | 49 | 63 |
| 21 | 32 | 70 | 78 | **8** | **37** | **54** | 56 | 13 |
| 53 | 55 | 15 | 20 | **31** | **72** | **77** | 7 | 39 |
| 60 | 17 | 46 | 36 | 65 | 22 | 3 | 41 | 79 |
| 10 | 51 | 62 | 67 | 27 | 29 | 43 | 75 | 5 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 45 | 74 | 4 | 30 | 68 | 25 | 51 | 62 | 10 |
| 76 | 9 | 38 | 70 | 21 | 32 | 55 | 15 | 53 |
| 2 | 40 | 81 | 23 | 34 | 66 | 17 | 46 | 60 |
| 16 | 48 | 59 | 1 | 42 | 80 | 22 | 36 | 65 |
| 50 | 61 | 12 | 44 | 73 | 6 | 29 | 67 | 27 |
| 57 | **14** | **52** | **78** | 8 | 37 | 72 | 20 | 31 |
| 71 | **19** | **33** | **56** | 13 | 54 | 77 | 7 | 39 |
| 24 | **35** | **64** | **18** | 47 | 58 | 3 | 41 | 79 |
| 28 | 69 | 26 | 49 | 63 | 11 | 43 | 75 | 5 |

Le diagramme du carré n° 1 (page 154) peut être varié de huit manières par interversion de ses horizontales tout en conservant le même entête : les premières verticales sont ainsi constituées :

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N° 1 | Ap | Is | Hq | Fv | Bu | Cy | Er | Dt | Gx |
| N° 3 | Ap | Er | Fv | Hq | Gx | Dt | Is | Cy | Bu |
| N° 4 | Ap | Dt | Fv | Hq | Bu | Er | Cy | Is | Gx |
| N° 8 | Ap | Er | Gx | Bu | Fv | Cy | Is | Dt | Hq |
| N° 14 | Ap | Dt | Bu | Gx | Fv | Is | Cy | Er | Hq |
| N° 7 | Ap | Cy | Gx | Bu | Hq | Er | Dt | Is | Fv |
| N° 18 | Ap | Cy | Hq | Fv | Gx | Is | Dt | Er | Bu |
| N° 15 | Ap | Is | Bu | Gx | Hq | Dt | Ev | Cy | Fv |

Une autre variante consiste à échanger dans toutes les cases, autres que celles de la première horizontale, une majuscule avec une minuscule A avec p, B avec q, et ainsi de suite. En opérant ainsi, le carré n° 2 (page 156) devient carré n° 4 qui est magique au second degré si l'on donne aux lettres les valeurs

| A | B | C | D | E | F | G | H | I | p | q | r | s | t | u | v | x | y |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 | 9 | 1 | 6 | 4 | 5 | 7 | 2 | 3 | 45 | 9 | 36 | 27 | 18 | 63 | 54 | 0 | 72 |

ou bien :

| A | B | C | D | E | F | G | H | I | p | q | r | s | t | u | v | x | y |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 63 | 72 | 0 | 45 | 27 | 36 | 54 | 9 | 18 | 6 | 2 | 5 | 4 | 3 | 8 | 7 | 1 | 9 |

**Diagramme du Carré n° 4.**

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ap | Bq | Cr | Ds | Et | Fu | Gx | Hx | Iy |
| Dt | Eu | Aq | Cx | Hy | Ir | Fs | Bv | Gp |
| Fv | Dp | Gy | Iu | Cs | Ht | Eq | Ar | Bx |
| Hq | Iv | Ex | Bt | Gu | As | Cp | Fy | Dr |
| Bu | Gs | Hv | Ey | Fr | Dx | At | Ip | Cq |
| Er | Fx | Bs | Hp | Iq | Cv | Dy | Gt | Au |
| Cy | Hr | Du | Av | Bp | Gq | Ix | Es | Ft |
| Is | Ct | Fp | Gr | Ax | By | Hu | Dq | Ev |
| Gx | Ay | It | Fq | Dv | Ep | Br | Cu | Hs |

**Carré n° 4 magique aux 2 degrés.**

| 63 | 72 | 0 | 45 | 27 | 36 | 54 | 9 | 18 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 69 | 74 | 5 | 49 | 30 | 44 | 61 | 10 | 27 |
| 48 | 35 | 65 | 1 | 18 | 23 | 40 | 79 | 60 |
| 43 | 51 | 63 | 26 | 4 | 12 | 29 | 68 | 73 |
| 11 | 25 | 28 | 75 | 62 | 67 | 6 | 45 | 50 |
| 80 | 58 | 16 | 36 | 41 | 46 | 66 | 24 | 2 |
| 32 | 37 | 76 | 15 | 20 | 7 | 54 | 57 | 71 |
| 9 | 14 | 53 | 70 | 78 | 56 | 19 | 31 | 39 |
| 22 | 3 | 42 | 59 | 64 | 81 | 17 | 47 | 34 |
| 55 | 72 | 21 | 38 | 52 | 33 | 77 | 8 | 13 |
| 6 | 2 | 5 | 4 | 3 | 8 | 7 | 1 | 9 |
| p | q | r | s | t | u | v | x | y |

**Diagramme et Carré n° 5 magique aux 2 degrés et traduction en chiffres.**

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ap | Bq | Cr | Ds | Et | Fu | Gv | Hx | Iy |
| Fy | Hu | As | Ix | Bp | Cv | Dq | Er | Gt |
| Gs | Cp | Iv | Eq | Fr | Dy | Ht | Au | Bx |
| Ct | Ev | Fx | Gr | Hy | Aq | Iu | Bs | Dp |
| Dx | Ay | Gq | Bu | Cs | It | Ep | Fv | Hr |
| Hq | Is | Bt | Fp | Dv | Ex | Ar | Gy | Cu |
| Ir | Ft | Du | Hv | Ax | Gp | By | Cq | Es |
| Eu | Gx | Hp | Cy | Iq | Br | Fs | Dt | Av |
| Bv | Dr | Ey | At | Gu | Hs | Cx | Ip | Fq |

| 45 | 0 | 36 | 63 | 18 | 27 | 54 | 9 | 72 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 53 | 2 | 37 | 68 | 22 | 33 | 61 | 18 | 75 |
| 30 | 15 | 50 | 81 | 8 | 43 | 65 | 19 | 58 |
| 59 | 44 | 79 | 20 | 28 | 66 | 13 | 51 | 9 |
| 40 | 25 | 36 | 55 | 12 | 47 | 78 | 5 | 71 |
| 72 | 48 | 56 | 6 | 41 | 76 | 26 | 34 | 10 |
| 11 | 77 | 4 | 35 | 70 | 27 | 46 | 57 | 42 |
| 73 | 31 | 69 | 16 | 54 | 62 | 3 | 38 | 23 |
| 24 | 63 | 47 | 39 | 74 | 1 | 32 | 67 | 50 |
| 7 | 64 | 21 | 60 | 49 | 14 | 45 | 80 | 29 |
| 8 | 2 | 1 | 5 | 4 | 6 | 7 | 9 | 3 |
| p | q | r | s | t | u | v | x | y |

Produits des nombres accouplés du carré n° 4 :

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1re horizontale . . | 378 | 144 | 0 | 180 | 81 | 288 | 378 | 9 | 162 | = 1620 |
| 1re verticale . . . | 378 | 135 | 252 | 18 | 576 | 135 | 0 | 72 | 54 | = 1620 |
| 1re diagonale . . . | 378 | 216 | 486 | 216 | 180 | 0 | 18 | 90 | 36 | = 1620 |
| 2e diagonale . . . | 162 | 504 | 54 | 252 | 180 | 54 | 360 | 0 | 54 | = 1620 |
| 9e verticale . . . | 162 | 324 | 72 | 225 | 0 | 504 | 108 | 109 | 36 | = 1620 |

Produit des nombres accouplés du carré n° 5 :

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1re horizontale . . | 360 | 0 | 36 | 315 | 72 | 162 | 378 | 81 | 216 | = | 1620 |
| 1re verticale . . . | 360 | 81 | 270 | 144 | 567 | 18 | 72 | 108 | 0 | = | 1620 |
| 1re diagonale . . . | 360 | 54 | 504 | 54 | 180 | 162 | 0 | 252 | 54 | = | 1620 |
| 2e diagonale . . . | 216 | 18 | 36 | 90 | 180 | 216 | 378 | 486 | 0 | = | 1620 |
| 9e verticale . . . | 216 | 216 | 0 | 504 | 9 | 216 | 90 | 315 | 54 | = | 1620 |

Le carré n° 5 a pour inverse un carré côté 13 dont la verticale de gauche est Ap, Iu, Dv, Er, Hs, Bx, Cy, Ft, Gq, en faisant échange des lettres ainsi que des valeurs.

**Diagramme du carré 13 donnant même résultat que le n° 5.**

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ap | Bq | Cr | Ds | Et | Fu | Gv | Hx | Iy |
| Iu | Fx | Dp | Hy | Aq | Gr | Bs | Ct | Ev |
| Dv | Ar | Gy | Bt | Cu | Is | Ex | Fp | Hq |
| Er | Gt | Hu | Cv | Ix | Bp | Fy | Dq | As |
| Hs | Ip | Bv | Fq | Dr | Ey | At | Gu | Cx |
| Bx | Dy | Eq | Au | Gs | Ht | Cp | Iv | Fr |
| Cy | Eu | Fs | Gx | Hp | Av | Iq | Br | Dt |
| Ft | Hv | Ax | Ir | By | Cq | Du | Es | Gp |
| Gq | Cs | It | Ep | Fv | Dx | Hr | Ay | Bu |

| A | B | C | D | E | F | G | H | I |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 | 2 | 1 | 5 | 4 | 6 | 7 | 9 | 3 |
| 53 | 2 | 37 | 68 | 22 | 33 | 61 | 18 | 75 |
| 30 | 15 | 50 | 81 | 8 | 43 | 65 | 19 | 58 |
| 59 | 44 | 79 | 20 | 28 | 66 | 13 | 51 | 9 |
| 40 | 25 | 36 | 55 | 12 | 47 | 78 | 5 | 71 |
| 72 | 48 | 56 | 6 | 41 | 76 | 26 | 34 | 10 |
| 11 | 77 | 4 | 35 | 70 | 27 | 46 | 57 | 42 |
| 73 | 31 | 69 | 16 | 54 | 62 | 3 | 38 | 23 |
| 24 | 63 | 47 | 39 | 74 | 1 | 32 | 67 | 52 |
| 7 | 54 | 21 | 60 | 49 | 14 | 45 | 80 | 29 |
| 45 | 0 | 36 | 63 | 18 | 27 | 54 | 9 | 72 |
| p | q | r | s | t | u | v | x | y |

## *4° Égalité à 5 degrés*

On sait que lorsqu'il s'agit de couples égaux il y a égalité au 2e et au 3e degrés de deux membres composés d'une même quantité de ces couples, si les sommes des produits des termes accouplés sont égales,

Pour qu'il y ait égalité au 4e et au 5e degré, ce sont les carrés de ces produits qui doivent donner les mêmes sommes.

On abrège les calculs en se servant de suites choisies du triangle de Pascal, de la table des carrés, du carré arithmétique de Fermat, etc., etc. (Voir Théorie des nombres d'Édouard Lucas, pages 5, 35, 57, 83).

Les colonnes A B C sont les 3e, 4e et 5e de la table des carrés; elles conviennent pour le cas où les termes accouplés sont de même parité. Pour se servir des renseignements qu'elles doivent donner,

| | A | B | C | D | E | F | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 | 32 |
| 24 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 16 | 31 |
| 23 | 4 | 1 | 1 | 3 | 4 | 1 | 15 | 30 |
| 22 | 9 | 5 | 6 | 6 | 10 | 5 | 14 | 29 |
| 21 | 16 | 14 | 20 | 10 | 20 | 15 | 13 | 28 |
| 20 | 25 | 30 | 50 | 15 | 35 | 35 | 12 | 27 |
| 19 | 36 | 55 | 105 | 21 | 56 | 70 | 11 | 26 |
| 18 | 49 | 91 | 196 | 28 | 84 | 126 | 10 | 25 |
| 17 | 64 | 140 | 336 | 36 | 120 | 210 | 9 | 24 |
| 16 | 81 | 204 | 540 | 45 | 165 | 330 | 8 | 23 |
| 15 | 100 | 285 | 825 | 55 | 220 | 495 | 7 | 22 |
| 14 | 121 | 385 | 1210 | 66 | 286 | 715 | 6 | 21 |
| 13 | 144 | 506 | 1716 | 78 | 364 | 1001 | 5 | 20 |
| 12 | 169 | 650 | 2366 | 91 | 455 | 1365 | 4 | 19 |
| 11 | 196 | 819 | 3185 | 105 | 560 | 1820 | 3 | 18 |
| 10 | 225 | 1015 | 4200 | 120 | 680 | 2380 | 2 | 17 |
| 9 | 256 | 1240 | 5440 | 136 | 816 | 3060 | 1 | 16 |
| 8 | 289 | 1496 | 6936 | 153 | 960 | 3876 | | 15 |
| 7 | 324 | 1785 | 8721 | 171 | 1140 | 4845 | | 14 |
| 6 | 361 | 2109 | 10830 | 190 | 1330 | 5985 | | 13 |
| 5 | 400 | 2470 | 13300 | 210 | 1540 | 7315 | | 12 |
| 4 | 441 | 2870 | 16170 | 231 | 1771 | 8855 | | 11 |
| 3 | 484 | 3311 | 19481 | 253 | 2024 | 10626 | | 10 |
| 2 | 529 | 3795 | 23276 | 276 | 2300 | 12650 | | 9 |
| 1 | 576 | 4324 | 27600 | 300 | 2600 | 14950 | | 8 |
| | 625 | 4900 | 32500 | 325 | 2925 | 17550 | | 7 |
| | 676 | 5525 | 38025 | 351 | 3276 | 20475 | | 6 |
| | 729 | 6201 | 44226 | 378 | 3654 | 23751 | | 5 |
| | 784 | 6930 | 51156 | 406 | 4060 | 27405 | | 4 |
| | 841 | 7714 | 58870 | 435 | 4495 | 31465 | | 3 |
| | 900 | 8555 | 67425 | 465 | 4960 | 35960 | | 2 |
| | 961 | 9455 | 76880 | 496 | 5456 | 40920 | | 1 |

il faut prendre pour origine de la numération ascendante des rangées la $\frac{N^o}{2}$ des couples égaux à 12. Exemple : soit à vérifier l'égalité 2 48, 8 42, 19 31 = 3 47, 6 44, 22 28, le point de départ sera la 25ᵉ rangée ainsi composée : 576 4324 27600. Négligeant la colonne B on aura :

| | A | C | | A | C |
|---|---|---|---|---|---|
| 2 48 . . . | 529 | 23276 | 3 47 . . . | 484 | 19481 |
| 8 42 . . . | 289 | 6936 | 6 44 . . . | 361 | 10830 |
| 19 31 . . . | 36 | 105 | 22 28 . . . | 9 | 6 |
| | 854 | 30317 | | 854 | 30317 |

Second exemple :

| | A | C | | A | C |
|---|---|---|---|---|---|
| 6 44 . . . | 361 | 10830 | 5 45 . . . | 400 | 13300 |
| 10 40 . . . | 225 | 4200 | 14 36 . . . | 121 | 1210 |
| 21 29 . . . | 16 | 20 | 16 34 . . . | 81 | 540 |
| | 602 | 15050 | | 602 | 15050 |

Les colonnes D E F sont les 3e, 4e et 5e du carré arithmétique de Fermat ; elles sont utilisées dans le cas où les termes accouplés sont de parité différentes.

Exemples de Couples égaux à 65 origine à l'horizontale 32.
— — — 35 — — 17.

Négligeant la colonne E.

| | D | F | | D | F |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 56 | 276 | 12650 | 12 53 | 210 | 7315 |
| 17 48 | 120 | 2380 | 13 52 | 190 | 5985 |
| 18 47 | 105 | 1820 | 14 51 | 171 | 4845 |
| 19 46 | 91 | 1365 | 26 39 | 21 | 70 |
| | 592 | 18215 | | 592 | 18215 |
| 6 59 | 351 | 20475 | 8 57 | 300 | 14950 |
| 12 53 | 210 | 7315 | 9 56 | 276 | 12650 |
| 21 44 | 66 | 715 | 19 46 | 91 | 1365 |
| 22 43 | 55 | 495 | 27 38 | 15 | 35 |
| | 682 | 29000 | | 682 | 29000 |

| | D | F | | D | F |
|---|---|---|---|---|---|
| 2 33 | 120 | 2380 | 3 32 | 105 | 1820 |
| 6 29 | 66 | 715 | 4 31 | 91 | 1365 |
| 10 25 | 28 | 126 | 12 23 | 15 | 35 |
| 17 18 | 0 | 0 | 15 20 | 3 | 1 |
| | 214 | 3212 | | 214 | 3221 |
| 5 60 | 378 | 23751 | 6 59 | 351 | 20475 |
| 17 48 | 120 | 2380 | 12 52 | 210 | 7315 |
| 18 47 | 105 | 1820 | 25 40 | 28 | 126 |
| 31 34 | 1 | 0 | 27 38 | 15 | 35 |
| | 604 | 57951 | | 604 | 27951 |

### *5° Appendice*

Les carrés tels que celui n° 220 sont faciles à construire; cependant le premier de ce genre n'a été publié que le 26 décembre 1885 dans le journal *Le Siècle;* il est composé de 18 couples égaux à 50 et aussitôt connu, M. le professeur Reuss, de Strasbourg, en a donné quatre variantes.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 29 | 41 | 13 | 15 | 47 |
| 34 | 40 | 1 | 43 | 12 | 20 |
| 36 | 6 | 33 | 19 | 48 | 8 |

La moitié ci-jointe suffit pour qu'on puisse l'achever. Avec les mêmes nombres, M. Huber, en 1892, et M. Tarry, en 1897, en ont construit chacun un.

M. le général Frolow a fait en 1887, un carré de ce genre (12 de base), dont un diagramme en lettres analogues et homologues montre, les propriétés sans nécessiter aucun calcul.

| | p | q | r | s | t | u | P | Q | R | S | T | U |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 |
| a = 0 | ap | AQ | AR | as | at | AU | eP | Eq | Er | eS | eT | EU |
| b = 12 | BP | bq | br | BS | BT | bu | Fp | fQ | fR | Fs | Ft | fU |
| c = 24 | CP | cq | cr | CS | CT | cu | Cp | cQ | cR | Cs | Ct | cU |
| d = 36 | dp | DQ | DR | ds | dt | DU | dP | Dq | Dr | dS | dT | Du |
| e = 48 | ep | EQ | ER | es | et | EU | aP | Aq | Ar | aS | aT | Au |
| f = 60 | FP | fq | fr | FS | FT | fu | Bp | bQ | bR | Bs | Bt | bU |
| A = 132 | Ep | eQ | eR | Es | Et | eU | AP | aq | ar | AS | AT | au |
| B = 120 | fP | Fq | Fr | fS | fT | Fu | bp | BQ | BR | bs | bt | BU |
| C = 108 | cP | Cq | Cr | cS | cT | Cu | cp | CQ | CR | cs | ct | CU |
| D = 96 | Dp | dQ | dR | Ds | Dt | dU | DP | dq | dr | DS | DT | du |
| E = 84 | Ap | aQ | aR | As | At | aU | EP | eq | er | ES | ET | eu |
| F = 72 | bP | Bq | Br | bS | bT | Bu | fp | FQ | FR | fs | ft | FU |

En 1901, M. Pfeffermann a composé un carré avec les 50 couples égaux à 116, déduction faite des 7 dont les petits termes sont 6 12 18 29 35 41 52. Il est à quartiers égaux, par indices, chaque quartier à la progression artithmétique de formation 0 23 46 69 92 = 230, complétée par les suites 1 9 11 19 20 = 2 7 14 16 21 = 4 5 13 15 23 = 3 8 10 17 22 = 60. Les premiers indices sont 3 2 et les premières horizontales égales à 290 sont 1 78 34 111 66 = 71 30 113 60 16 = 45 86 3 56 100 = 115 38 82 5 50

En mai 1833, M. le colonel Deleval, alors Directeur d'Artillerie à Rennes, a fait un barème composé de 48 diagrammes, avec le mot Caroline en première horizontale. Chaque diagramme se conjugue avec 12 autres, ce qui fait $\frac{48 \times 12}{2} = 288$ systèmes.

En remplaçant les lettres par les termes des progressions 1 2 3 4 5 6 7 8 et 0 8 16 24 32 40 48 et 56, chaque système de deux diagrammes, devenus carrés, donne 40320 × 40320 × 2 magiques et, comme il y a 288 systèmes possibles, on pourra en construire 40320 × 40320 × 2 × 288 = 936.404.582.400 que l'on devra diviser par 8, nombre des aspects différents sous lesquels un même carré peut être présenté, soit : 117.050.572.800.

---

# M. Ch. LALLEMAND

Membre du Bureau des Longitudes,
Vice-Président de la Société Astronomique.

## RELATIONS DES VOLCANS ET TREMBLEMENTS DE TERRE AVEC LA FIGURE DU GLOBE

[525.14:551.2-1-2]

— *Séance du 8 août* —

*Instabilité de la croûte terrestre.* — Pour beaucoup de personnes, dire que le sytème solaire est stable et que la croûte terrestre est en état d'équilibre, c'est, en quelque sorte, énoncer deux vérités n'ayant pas besoin de démonstration.

Ne voyons-nous pas, en effet, chaque année, les astres revenir, dans le ciel, exactement à la place que leur assigne une théorie basée sur l'immuabilité des orbites? Les occultations d'étoiles, les éclipses de lune et de soleil ne se reproduisent-elles pas, avec une rigueur mathématique, à l'heure même indiquée par le calcul?

Et, d'autre part, les déterminations de la gravité, les mesures d'arcs de méridien, ou bien encore les résultats de nivellements de précision effectués en un même lieu du globe à des époques différentes, n'attestent-ils pas, par leur absolue concordance, la parfaite stabilité de la croûte qui nous porte? La répartition des continents et des mers, la distribution des montagnes et des fleuves, demeurés les mêmes depuis que l'homme a une histoire, n'en seraient-elles pas, au besoin, une preuve suffisante?

La géologie nous enseigne, il est vrai, que cette répartition n'a pas toujours été ce qu'elle est aujourd'hui : à l'époque crétacée, par exemple, le lieu où se trouve Paris était le centre d'une mer. De la masse gazeuse ou du globe de feu des temps originels à la sphère bosselée d'aujourd'hui, la figure de la terre a passé par maints aspects différents; mais on se plaît généralement à croire que chacun de ces changements était le résultat d'une catastrophe soudaine, comme le déluge universel, dont parle la Bible, et qu'entre deux cataclysmes consécutifs, l'écorce terrestre — la *lithosphère*, comme disent les géologues — gardait un équilibre stable ou à très peu près.

Avec sa magistrale autorité, M. H. Poincaré, de l'Institut, a dit ce qu'il fallait penser de la stabilité du système solaire (*). Elle est parfaitement illusoire; le système entier s'achemine lentement vers l'inéluctable repos final. Et si, par exemple, on a pu si longtemps croire à la constance de la durée du jour et de l'année, c'est que les quelques dizaines de siècles sur lesquelles portent les observations humaines ne sont qu'un instant inappréciable comparées à l'énorme durée des périodes géologiques.

Je voudrais, à mon tour, et après des savants bien plus autorisés, tels que M. de Lapparent (**), pour la France, et M. John Milne, en Angleterre, essayer de montrer que la stabilité de la croûte terrestre n'est pas moins chimérique.

*Tremblements de terre et volcans.* — Les éruptions volcaniques et les tremblements de terre, deux phénomènes qui présentent entre eux les relations les plus étroites et qui vont souvent de pair, m'aideront à faire cette démonstration.

En parlant de tremblements de terre, je ne pense pas seulement à ces violentes secousses qui, en un instant, détruisent des cités

(*) *Annuaire du Bureau des Longitudes* pour l'année 1898. Notices scientifiques.
(**) A. DE LAPPARENT : *Les frémissements de l'écorce terrestre* (*Correspondant*, 1903).

entières et fauchent des milliers d'existences; je ne vise pas non plus, d'une manière exclusive, ces brusques trépidations du sol dont on compte jusqu'à deux par jour dans la partie du globe habitée par des peuples civilisés, ce qui en suppose une cinquantaine au moins pour le globe entier (*), mais je songe surtout à ces vibrations internes que, seuls, des instruments d'une extrême sensibilité parviennent à déceler, qui agitent le sol d'une manière continuelle et qui sont aux véritables tremblements de terre ce que la brise légère est au cyclone dont le souffle renverse les murs et déracine les arbres, ou encore ce que la houle et le clapotis sur mer sont à la vague énorme qui chavire les bâtiments et emporte les jetées des ports.

Ces petits mouvements du sol, que les dépressions barométriques semblent amplifier, sont plus fréquents en hiver qu'en été et augmentent ordinairement d'intensité à l'approche des équinoxes, où ils dégénèrent fréquemment en tremblements de terre, surtout dans la région intertropicale.

Ces divers phénomènes, désignés sous le nom générique de *séismes*, sont aujourd'hui l'objet d'études suivies dans des observatoires installés à cet effet chez la plupart des peuples civilisés, notamment en Angleterre, en Allemagne, en Italie et surtout au Japon, pays d'élection des tremblements de terre.

L'Association britannique pour l'avancement des sciences a entrepris de coordonner ces études et d'en publier les résultats préalablement soumis à une discussion méthodique. D'autre part, l'Association internationale des Académies est actuellement saisie d'un projet tendant à assurer, par l'uniformité des instruments et des méthodes et par la coopération systématique de tous les *sismologistes*, l'avenir de cette nouvelle science, à laquelle les Italiens ont déjà donné le nom caractéristique de *météorologie interne* (meteorologia endogena), pour marquer sa parenté avec la météorologie atmosphérique. Il n'est peut-être pas chimérique d'espérer qu'un jour viendra où l'on pourra signaler à l'avance les grands tremblements de terre, comme on prédit aujourd'hui l'arrivée des tempêtes d'une rive à l'autre de l'Atlantique.

Ainsi, contrairement à une opinion trop répandue, le sol sur lequel nous marchons est dans un état perpétuel de mouvement. Mais à quelle cause attribuer ce phénomène?

(*) M. Milne a calculé qu'en moyenne il se produit chaque année, sur la surface de la terre, 30.000 secousses assez intenses pour pouvoir être perçues par nos sens. (*Geographical Journal*, 1903, t. XXI, n° 1.)

*Origine des tremblements de terre et des volcans.* — Pour certains auteurs, admettant l'hypothèse de la fluidité du noyau central et de sa solidification lente sous l'effet du rayonnement dans l'espace, les soubresauts en question résulteraient de l'accumulation, sous la croûte terrestre, soit de gaz chassés du bain liquide par les progrès du refroidissement, soit de masses de vapeurs produites par l'infiltration des eaux de la mer dans les profondeurs du globe, jusqu'au contact des matières ignées.

D'autres, niant l'existence d'une masse en fusion au centre de la terre, attribuent ces commotions à des réactions chimiques de diverses natures, à des éboulements souterrains, ou même à des actions électriques.

Mais ce ne sont là que des explications en quelque sorte locales et immédiates; elles ne montrent pas la loi d'ensemble, dont, pourtant, l'existence paraît certaine, si l'on réfléchit au caractère quasi universel et simultané des phénomènes en question. On compte, à la surface de la terre, plus de trois cents cratères en activité et plus du double de volcans éteints ou du moins assoupis. Depuis près d'un an, nous assistons au réveil successif d'une quantité de ces foyers, répartis sur tous les points du globe : aux Antilles, dans l'Amérique centrale, au Chili, dans l'Alaska, l'Océan Indien, le Pacifique et même en Europe. Chaque jour le télégraphe apporte l'annonce de nouveaux tremblements de terre survenus soit au Japon, aux Philippines, dans l'Inde, le Turkestan, le Golfe Persique ou le Caucase, soit en Australie, dans la chaîne des Cordillières ou au Guatémala. Des îles même disparaissent tout à coup dans la mer Jaune ou dans le golfe du Mexique.

Cette recrudescence d'activité des forces internes du globe constitue, à n'en pas douter, un phénomène absolument général.

*Théorie tétraédrique de la figure de la terre.* — Il y a une vingtaine d'années, ayant fait partie d'une mission envoyée en Italie par le Gouvernement pour étudier l'organisation des Observatoires sismographiques établis dans ce pays, j'en rapportai l'impression que l'origine des tremblements de terre (*) se rattachait de la manière la plus naturelle à une ingénieuse théorie, émanant d'un savant anglais, M. Green, alors Ministre des Affaires étrangères des îles Sandwich (**), et qui avait été exposée, chez nous, avec une remar-

(*) CH. LALLEMAND, *Note sur l'origine probable des tremblements de terre* (Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris, séance du 22 mars 1886).

(**) W.-L. GREEN, *Vestiges of the molten globe. Honolulu, 1875.*

quable, clarté sous le nom *de système tétraédrique*, par l'éminent géologue, M. de Lapparent (*).

Voici en quoi consiste cette théorie, qui prétend expliquer la distribution actuelle des continents et des mers à la surface du globe et qui, dans ces dernières années, a été, pour deux maîtres géologues de l'Institut, MM. Michel-Lévy et Marcel Bertrand (**), l'occasion de travaux et de mémoires du plus haut intérêt.

Tout d'abord, M. Green adopte la vieille hypothèse du noyau central fluide, hors de laquelle ne sauraient guère s'expliquer les faits que j'ai rappelés et qui supposent l'existence de forces intérieures, permanentes et universelles. C'est déjà sur cette même hypothèse qu'Élie de Beaumont avait édifié sa fameuse théorie des soulèvements des montagnes, connue sous le nom de théorie du *réseau pentagonal*.

Supportée par la masse centrale ignée, l'écorce terrestre, en se refroidissant, tendrait à prendre une forme générale dérivée de la pyramide à base triangulaire, désignée plus simplement sous le nom de *tétraèdre*.

M. Green avait été conduit à cette théorie par l'examen des résultats d'expériences de Fairbairn, où des tuyaux de caoutchouc, comprimés extérieurement, avaient pris une section triangulaire à côtés concaves. Par analogie, M. Green en avait conclu que, dans des conditions semblables, une sphère creuse, soumise à une pression dirigée du dehors vers l'intérieur, devait prendre une forme tétraédrique.

J'eus la curiosité de vérifier expérimentalement cette dernière hypothèse en aspirant peu à peu l'air contenu dans un ballon de caoutchouc (***). Il prit la forme représentée sur la figure 1. — Plus

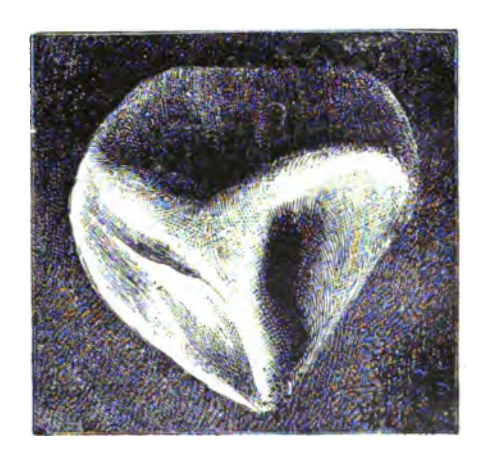


FIG. 1. — Ballon de caoutchouc dans lequel on a fait un vide partiel.

(*) A. DE LAPPARENT, *La symétrie sur le globe terrestre. Revue des Questions scientifiques.* Janvier 1882.

(**) Comptes rendus de l'Académie des Sciences. Année 1900.

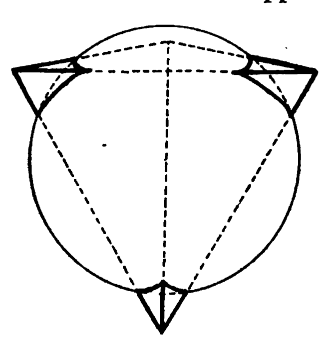
(***) Voir *La Nature*, n° 726, du 30 avril 1887, p. 346.

tard, en Belgique, MM. Ghesquière et de Joly (*) ont obtenu la même confirmation pratique en faisant un vide partiel dans des ballons de verre ramollis par la chaleur.

Il m'avait d'ailleurs semblé qu'on pouvait donner de ce phénomène une explication théorique très simple : En vertu du principe de la moindre action, l'écorce terrestre, en effet, dans la déformation qu'elle subit pour rester en contact permanent avec le noyau central en voie de retrait, doit tendre, comme l'enveloppe du ballon de verre ou de caoutchouc, vers la forme qui lui impose le minimum de contraction superficielle, c'est-à-dire vers la forme qui embrasse le plus petit volume sous une surface extérieure donnée. Or, cette forme est précisément celle du tétraèdre régulier.

Cependant, le tétraèdre, avec ses quatre pointes saillantes, semble, à priori, loin de réaliser l'équivalent de la partie solide du globe terrestre, dont la figure générale est si voisine de celle d'une sphère.

Mais il ne faut pas oublier que, si la symétrie tétraédrique n'est pas plus immédiatement apparente, cela tient uniquement à ce que la géographie terrestre est le résultat de la combinaison de la pyramide avec son enveloppe maritime, constituée par une sphère légèrement aplatie, ayant pour centre le centre de gravité de la pyramide, et renflée, comme on sait, parallèlement à l'équateur, par l'effet de la rotation diurne (*fig.* 2). Les régions avoisinant les sommets doivent donc seules émerger de la surface des eaux. Si, comme il est naturel, l'axe terrestre coïncide avec l'un des axes de symétrie du tétraèdre, il doit exister, dans l'un des deux hémisphères, trois saillies continentales, tandis que le pôle correspondant sera occupé par une mer et qu'une protubérance continentale se fera jour au pôle opposé. Or, il suffit de jeter les yeux sur un globe terrestre pour constater que ces conditions se trouvent pleinement réalisées.


Fig. 2. — Tétraèdre en partie enveloppé par une sphère concentrique.

On sait, en effet, que la terre ferme est, d'une manière remarquable, concentrée dans l'hémisphère boréal, où elle se répartit en trois massifs : le massif américain, le massif européen avec l'Afrique

(*) R. de Girard : *La Théorie tétraédrique de la forme de la terre. Revue thomiste*, 3e année, 1 p. 497 à 741.

comme prolongement, le massif asiatique avec son prolongement australien. En outre, le pôle nord est recouvert par une mer profonde, dont l'existence est devenue hors de doute depuis que Nansen, dans sa dernière exploration polaire, y a trouvé des fonds de 3.800 mètres. Le pôle antarctique, au contraire, est le centre d'un continent qui sert d'appui aux vastes banquises de l'hémisphère austral et dans lequel Ross a reconnu la présence de sommets très élevés, atteignant près de 4.000 mètres.

Entre les massifs continentaux, d'autre part, s'étendent trois nappes océaniques : le Pacifique, l'Atlantique et l'Océan Indien.

Cette ordonnance, il est vrai, paraît un peu en défaut, puisque l'Asie et l'Europe ne présentent entre elles aucune solution de continuité. Mais ce désaccord s'atténue beaucoup si l'on veut bien se rappeler que toute la moitié occidentale de la Sibérie forme une contrée déprimée, qu'un très léger abaissement ramènerait au-dessous de l'Océan. Cette dépression, qui longe le pied de l'Oural, est déjà, du reste, nettement accusée par la présence de la mer Caspienne. La séparation des deux massifs devait fort probablement exister à une époque qui n'est pas encore très reculée.

Il est, en outre, aisé de voir, d'une part, que les massifs continentaux groupés autour des saillies doivent se terminer en pointe vers le sud et dans le sens de l'est à l'ouest, et, d'autre part, que les nappes océaniques doivent diminuer constamment de largeur, à mesure qu'elles arrivent dans des latitudes plus élevées.

C'est ce que la géographie confirme.

Est-il, en effet, rien de plus frappant que la forme aiguë que prennent, vers le sud, l'Amérique, l'Afrique et le continent australo-asiatique? Ne voit-on pas aussi l'Asie et l'Amérique russe tendre à se rejoindre à travers le détroit de Behring et diriger, l'une vers l'autre, deux pointes allongées?

Pour achever l'identification de la forme générale du globe avec le système tétraédrique, il me reste maintenant à dire un mot d'une particularité de la plus haute importance, que cette théorie semble laisser inexpliquée. Je veux parler de la grande *dépression intercontinentale*, sorte de ceinture maritime qui partage la sphéroïde terrestre en deux moitiés. L'Europe est séparée de l'Afrique par la Méditerranée; l'Asie, de l'Australie par une série de mers plus ou moins fermées entourant les îles de l'archipel polynésien. L'Amérique du Nord n'est rattachée à l'Amérique du Sud que par l'isthme de Panama; les Antilles émergent à peine du fond qui relie les deux continents.

M. Green justifie l'existence de cette dépression en faisant intervenir le phénomène de la rotation diurne, jusqu'ici laissé de côté.

A l'origine, alors que la matière était encore plastique, le globe devait affecter la forme parfaitement sphérique. Mais, au fur et à mesure des progrès du refroidissement, la forme tétraédrique s'accentuant, les trois saillies de l'hémisphère nord s'éloignaient chaque jour davantage de l'axe de rotation, tandis que les parties voisines de la pointe australe s'en rapprochaient au contraire. Les protubérances septentrionales se trouvaient donc avoir une vitesse de rotation plus faible que les points correspondants de la sphère primitive et restaient, par conséquent, en retard dans le mouvement de rotation de la terre sur elle-même, pendant que les terres de l'hémisphère sud, conservant un excès de vitesse, prenaient de l'avance vers l'est.

De là, une sorte de torsion du solide tétraédrique, qui a fait naître, entre les reliefs septentrionaux et leurs prolongements vers le sud, une ligne de rupture, dont la suite de dépressions occupées aujourd'hui par la Méditerranée, le golfe Persique, les mers de la Sonde et le golfe du Mexique, atteste l'existence et jalonne le parcours.

Il faudrait aussi voir, dans ce phénomène, la raison pour laquelle les terres de l'hémisphère austral : Amérique du Sud, Afrique et Australie, sont toutes déjetées vers l'est par rapport aux continents septentrionaux dont elles forment les prolongements.

Telle est, dans ses traits principaux, la théorie tétraédrique. On lui a fait, il est vrai, cette objection que l'ensemble des mesures géodésiques concourt à assigner à la terre la figure d'un ellipsoïde et non celle d'une pyramide. Cette contradiction n'est qu'apparente (*). La géodésie ne définit-elle pas, en effet, la forme de la terre par *la surface générale des mers prolongée par la pensée sous les continents ?* Rien d'étonnant dès lors qu'elle trouve, comme résultat de ses mesures, la figure ellipsoïdale que la mécanique des fluides assigne à l'Océan. La théorie tétraédrique, au contraire, *faisant abstraction des eaux*, vise exclusivement *l'écorce solide*, dont le relief, par rapport à l'ellipsoïde des mers, est affaire de nivellement, non de triangulation.

Et, d'autre part, ne serait-il pas facile de trouver, dans les anomalies constatées de la gravité sur les continents, des arguments à l'appui de la thèse en question ?

Si, en effet, la surface extérieure de la lithosphère présente une

(*) Ch. LALLEMAND : *La déformation tétraédrique de l'écorce terrestre et la pesanteur. La Nature*, n° 1250, du 15 mai 1897.

figure ellipsoïdale avec une légère déformation tétraédrique, cette déformation, toutes choses égales d'ailleurs, doit se retrouver en petit dans les *surfaces de niveau* et se traduire par des irrégularités correspondantes dans les mesures de la pesanteur réduite au niveau de la mer, c'est-à-dire diminuée de l'attraction de la masse solide émergeant au-dessus de l'Océan. Par exemple, au voisinage des sommets du tétraèdre, *la surface fondamentale de niveau* (surface de niveau zéro, communément appelée le *géoïde*), faisant saillie sur *l'ellipsoïde normal* des géodésiens, l'attraction centripète doit y être plus faible et, en même temps, la composante verticale de la force centrifuge plus grande que sur l'ellipsoïde, double motif pour que la *pesanteur effective*, différence de ces deux actions, y soit moins forte que la *pesanteur normale* calculée pour l'ellipsoïde, d'après la loi de Clairaut. Or, précisément, les mesures continentales de la gravité s'accordent toutes pour accuser un déficit de pesanteur dans les grands massifs montagneux comme ceux des Alpes ou de l'Himalaya par exemple.

M. Faye expliquait ces anomalies par l'existence de vides ou tout au moins de matières moins denses sous les continents. Sans nier l'influence de telles causes dans la production des irrégularités en question, on peut se demander si une partie au moins de celles-ci ne seraient pas dues à la déformation tétraédrique de l'écorce.

Un autre critérum de la déformation tétraédrique du géoïde serait fourni par la mesure de l'aplatissement du globe dans l'hémisphère sud. Par suite de la disposition et surtout de la moindre importance des saillies continentales dans cet hémisphère, l'aplatissement, en effet, devrait y être trouvé un peu moindre que celui résultant des mesures actuelles d'arcs de méridiens, dont la plupart ont été prises dans la partie moyenne de l'hémisphère nord. On peut espérer que, dans un avenir prochain, cette dernière confirmation nous sera fournie par la mesure, que projettent les Anglais, d'un arc de méridien s'étendant du Cap au Caire, en Afrique, et aussi par celle, à laquelle songent les États-Unis, d'un arc analogue à travers l'Amérique du sud, complétant et prolongeant l'arc de Quito, objet actuel des travaux de la mission française organisée par le général Bassot et dirigée par le commandant Bourgeois, chef de la section de géodésie du service géographique de l'armée.

*Répartition des volcans et des tremblements de terre à la surface du Globe.* — Il me reste à montrer le lien qui rattache à la théorie tétraédrique les phénomènes sismiques et les éruptions volcaniques.

La contraction résultant du refroidissement du noyau a dû avoir pour conséquences des plissements de l'écorce, au début, alors qu'elle était encore plastique, puis, plus tard, des fractures, lorsqu'elle est devenue plus résistante.

Le choc résultant de la rupture de l'équilibre en un point déterminerait des vibrations multiples, d'amplitudes comme de périodes différentes, se propageant dans toutes les directions et produisant leur maximum d'effet le long des surfaces préexistantes de dislocation. Les plus rapides de ces vibrations, qui sont en même temps les plus destructives, s'éteindraient très vite, en vertu de l'inertie de la matière, et ne feraient sentir leur action que dans une zone restreinte autour de leur foyer d'origine. Les oscillations lentes, au contraire, se propageraient très loin, avec des vitesses et des intensités variables suivant le degré de continuité et d'élasticité des couches terrestres (*).

Les manifestations du travail intérieur de l'écorce se traduiraient ainsi par des phénomènes vibratoires continuels et, de temps à autre, par des crises plus violentes, c'est-à-dire par des *tremblements de terre*.

A travers les fissures ainsi produites dans l'enveloppe, dit M. de Lapparent, dans son classique *Traité de Géologie*, la masse fluide interne se ferait jour et s'épancherait au dehors sous forme de lave. De temps en temps, les gaz emprisonnés atteindraient une tension suffisante pour provoquer de violentes explosions; d'autres fois, au contraire, comme aux îles Sandwich, les matières seraient assez fluides pour ne pas obstruer les cheminées; l'ascension de la lave serait alors continue et exempte de phénomènes explosifs.

Pour M. Armand Gautier (**), de l'Institut, les masses de gaz et de vapeur d'eau, observées dans les éruptions volcaniques, proviendraient des roches cristallines superficielles, réchauffées jusqu'au rouge par le contact de matières en fusion venant des profondeurs.

Les éruptions volcaniques et les tremblements de terre, bien que formant deux ordres de phénomèmes bien distincts, ne seraient ainsi que la conséquence naturelle et logique des mouvements de la lithosphère.

Ces manifestations, bien entendu, se produiraient de préférence

(*) D'après M. Milne, certaines de ces ondes se propageraient directement à travers l'épaisseur du globe, à raison de 5 et de 10 kilomètres par seconde, pendant que d'autres ondulations chemineraient dans la croûte externe avec une vitesse de 2 kil. 5 à 3 kilomètres par seconde. (*Geographical Journal*, 1903.)

(**) *Remarques sur l'origine des phénomènes volcaniques.* Comptes rendus de l'Académie des Sciences. Séance du 5 janvier 1903.

dans les régions où l'écorce a subi les plus grandes déformations et qui, par conséquent, sont restées des *zones de moindre résistance*, appelées à céder au premier effort.

Les lieux de prédilection des secousses seraient donc les régions avoisinant les arêtes et les sommets du tétraèdre et surtout *la grande dépression intercontinentale*, où la torsion de la pointe australe de la *toupie* terrestre ajoute ses effets à ceux du plissement des arêtes.

L'existence d'une marée intérieure luni-solaire, en concordance avec les grandes marées de l'Océan, pourrait, enfin, au voisinage de l'équateur et dans toute la zone tropicale, devenir, à certains moments, la cause de la rupture de l'équilibre.

L'examen des faits semble confirmer la réalité de ces inductions. Comme on le voit sur le planisphère ci-après (*fig. 3*), reproduction




Fig. 3. — Carte de la répartition des tremblements de terre et des volcans à la surface du globe, montrant leur relation avec la figure tétraédrique et avec la grande dépression intercontinentale.

d'une carte dressée par R. Mallet en 1858 (*), l'Espagne, l'Italie, la Grèce, l'Algérie, autour de la Méditerranée; l'archipel des mers de la Sonde, l'Indo-Chine, dans le massif asiatique; l'Amérique centrale et les Antilles, tous pays situés le long de la grande dépression inter-

(*) Cette carte est incomplète, surtout en ce qui regarde l'Afrique, dont le centre était encore inconnu à l'époque où elle a été dressée.

continentale, sont, en effet, les terres classiques où les tremblements de terre et les éruptions volcaniques atteignent leur maximum de fréquence et d'intensité. Il en est de même, bien que peut-être à un degré moindre, de l'arête montagneuse du continent américain, ainsi que du Japon et des îles Aléoutiennes qui forment le trait-d'union entre les massifs asiatique et américain.

En résumé, loin d'être inerte comme on le croit trop souvent, le sol que nous foulons est une matière vibrante, j'allais dire vivante. Tremblements de terre et volcans sont le *memento quia pulvis es*, le signal d'alarme qui nous rappelle incessamment la fragilité des choses terrestres et nous invite à contempler, dans la face verruqueuse et glacée de la lune, l'image de ce que sera, dans quelques millions d'années, notre globe désert, parvenu au stade final du refroidissement et de la mort.

---


## M. le Colonel A. LAUSSEDAT

Membre de l'Institut, à Paris


### LES PROGRÈS DE LA MÉTROPHOTOGRAPHIE [77.8:526.9]

— *Séance du 8 août* —

Dans une communication faite au cours de la session de 1892, à Pau, j'ai présenté un historique des essais tentés depuis 1849, dans le but d'utiliser les vues de monuments ou de paysages, dessinés à la chambre claire ou photographiés, pour lever les plans, décrit la méthode et les instruments à employer, enfin indiqué quelques-uns des résultats les plus remarquables obtenus d'abord en France où cette application a été proposée en effet pour la première fois.

Depuis cette époque, ayant pu me mettre au courant des nombreuses publications faites sur ce sujet, dans la plupart des pays civilisés, et du succès toujours grandissant d'un procédé que les perfectionnements optiques et techniques de la photographie ont rendu abordable à tous les opérateurs, je me suis décidé, de mon côté, à publier un ouvrage (*) dans lequel, à la suite des principes fondamentaux exposés dans mes premiers mémoires, qui datent d'un

(*) *Recherches sur les instruments, les méthodes et le dessin topographiques.* Paris, Gauthier-Villars, 1898-1901-1903.

demi-siècle, et des améliorations que mes collaborateurs et moi avions pu y introduire, se trouvent analysés les travaux les plus intéressants de nos émules étrangers.

La perspective conique ou centrale, qui est, à proprement parler, la base de la nouvelle méthode, joue nécessairement le plus grand rôle dans les recherches dont il s'agit et, comme elle jouit de propriétés merveilleuses, on pouvait s'attendre à lui voir surmonter bien des difficultés. On n'en est pas moins souvent surpris, en parcourant les ouvrages auxquels je fais allusion, du nombre de problèmes nouveaux qu'elle a suggérés, en en donnant d'élégantes solutions, problèmes que l'on n'eût même pas songé à aborder avec les anciennes méthodes graphiques ou géométriques.

Je m'abstiendrai, bien à regret, faute de place et de temps, de chercher à donner ici une idée de la bibliographie d'un art devenu universel pendant ces vingt dernières années et d'énumérer les grandes entreprises faites : en Allemagne (où l'*Institut photogrammétrique*, créé pour lever les plans des monuments et des travaux d'art en Prusse et dans les pays annexés, constitue à lui seul un grand service public), en Autriche, en Italie, au Canada, en Russie, etc., où des levers topographiques considérables ont été exécutés *exclusivement à l'aide de la photographie.* J'arrive donc immédiatement aux dernières étapes parcourues par la métrophotographie en France et à l'étranger, à savoir : celles qui ont conduit à une utilisation plus complète des vues prises en ballon ou par cerf-volant ; à l'entreprise de reconnaissances à de grandes distances à l'aide de la téléphotographie, enfin aux applications aussi fécondes que curieuses de la stéréoscopie à la topographie et incidemment à l'astronomie.

En ce qui concerne l'emploi des ballons et des cerfs-volants, sans parler des services rendus par les premiers pour effectuer des reconnaissances à la guerre et, en supposant qu'il s'agisse simplement de levers réguliers à faire en temps de paix dans les pays de plaines où le procédé photographique ordinaire, fondé sur la *méthode des intersections*, n'est pas aussi avantageux que dans les pays accidentés, on a pensé avec raison qu'en prenant des vues de stations aériennes qui découvrent le terrain à distance, on en déduirait aisément et sûrement le tracé des routes et des chemins, des cours d'eau, des divisions de culture, etc. On y est même parvenu immédiatement, mais avec un champ restreint, en dirigeant l'axe optique de l'appareil verticalement et, dans le cas où l'axe est incliné, pour embrasser de plus grandes étendues, on n'a eu qu'à opérer la transformation nécessaire par des constructions géométriques que l'on pourra même sou-

vent supprimer en exécutant optiquement la transformation de la perspective obliquee en plan par un procédé que j'ai récemment décrit (*) et qui est fondé sur le principe de la photographie sans objectif.

Le cerf-volant peut rendre des services analogues et deux de nos compatriotes, MM. Arthur Batut et Émile Wenz ont déjà réalisé de si remarquables progrès dans la construction et la manœuvre du *cerf-volant photographe*, que l'on est en droit d'espérer qu'ils parviendront prochainement à lever les dernières difficultés, qui consistent, dans le cas supposé, à donner au cerf-volant une direction voulue, puis à déterminer exactement l'inclinaison de l'axe optique de la chambre noire et la hauteur du cerf-volant, au moment du déclenchement de l'obturateur.

La *téléphotographie* a été précédée par la *télémétrographie*, que nous avons pratiquée depuis longtemps, notamment à l'occasion du siège de Paris, à l'aide de lunettes puissantes près de l'oculaire de chacune desquelles était placée une chambre claire qui projetait les vues (champs de lunette) sur une planchette où elles étaient dessinées successivement, de manière à former des panoramas, de stations convenablement choisies. Les renseignements ainsi obtenus avec le concours d'artistes éminents s'étendaient jusqu'à 10 et 12 kilomètres en avant des forts et servaient à surveiller les mouvements de l'ennemi et à tenir à jour le *plan directeur* de ses travaux d'approche.

La téléphotographie, dont la portée est beaucoup plus considérable (elle peut dépasser 100 kilomètres), sert aujourd'hui à effectuer des reconnaissances même par-dessus les frontières; il serait superflu d'entrer ici à ce sujet dans des détails, soit théoriques, soit pratiques, car ils sont connus de tous ceux que ce genre d'opérations intéresse.

Pour la stéréoscopie, j'avais espéré donner de vive voix d'assez longs détails, parce que le sujet s'y prête; mais obligé, au dernier moment, de renoncer à me rendre à Angers, j'ai dû me borner, dans cette note adressée à notre honorable Président, à indiquer maintenant comment cette nouvelle et précieuse ressource a été mise à profit en métrophotographie. On avait, depuis plus de 40 ans (l'astronome anglais Warren de la Rue), songé à placer dans le stéréoscope deux images différentes de la lune, dans une même

(*) Compte rendu des séances de l'Académie des Sciences, t. CXXXVII, p. 24, 6 juillet 1903.

phase, prises à des époques telles que le changement d'aspect résultant de la libration équivalait à un déplacement considérable de l'observateur dans l'espace; d'où la sensation de la forme arrondie de notre satellite et des effets de relief à sa surface si accidentée.

On a depuis lors pressenti qu'en prenant des photographies d'une planète ou d'une comète et de la constellation sur laquelle elle se projette, à plusieurs heures ou, dans certains cas, à quelques minutes d'intervalle seulement, le déplacement de la terre dans son orbite, pendant ce temps, fournirait une *base* suffisante pour accuser la parallaxe de l'astre qui appartient à notre système solaire, celle des étoiles demeurant absolument insensible. C'est ce qui est arrivé, et rien n'est plus saisissant et même plus surprenant, au premier abord, que la sensation produite par la vue de la planète ou de la comète, qui semble planer dans l'espace bien en avant des étoiles, lesquelles, dans le stéréoscope comme à l'œil nu, continuent à former un *fond de tableau* plan ou, si l'on veut, sphérique.

On pressent cependant la possibilité d'évaluer plus tard les parallaxes des étoiles les plus voisines à l'aide de photographies prises à de longs intervalles; mais cette question peut être réservée pour le moment et, après les curieuses expériences précédentes qui devaient intéresser surtout les astronomes, dans lesquelles les longueurs des bases se chiffrent par milliers et millions de kilomètres, parce que les objets considérés sont eux-mêmes situés à d'énormes distances, je me hâte de revenir à la surface de la terre et à ses paysages voisins où les petites bases que l'on emploie habituellement peuvent être encore réduites, grâce à la stéréoscopie.

On sait qu'avec la *méthode des intersections*, qui est celle dont on se sert en général pour obtenir sur un plan les positions des points du terrain que l'on a reconnus, *identifiés*, sur deux photographies prises de stations différentes, la distance de ces stations doit être assez grande pour que les intersections des rayons visuels projetés sur le plan se fassent sous des angles qui ne sont point par trop aigus. Cela signifie, au fond, que les bases doivent être de même ordre de grandeur que les distances des points à déterminer. Or, avec des vues prises de deux points assez voisins pour qu'on puisse les examiner simultanément sous le stéréoscope, il en est tout autrement, car les rayons visuels qui aboutissent aux mêmes points s'entrecroisent nécessairement sous de très petits angles, désignés sous le nom de *parallaxes*.

Quand les deux vues ont été prises simplement avec une jumelle photographique, l'effet résultant du *relief en profondeur* est celui-là

même que produit la vision binoculaire immédiate sur le terrain. Cet effet, qui pouvait déjà être mis à profit par les topographes, en leur faisant mieux apprécier les formes du *terrain rapproché* qu'ils avaient à interpréter pour tracer les courbes de niveau, était néanmoins insuffisant pour permettre l'évaluation des parallaxes et par suite les véritables distances des différents points du paysage. Au delà de 4 à 500 mètres, en effet, la parallaxe devient insensible et, plus près même, elle est encore trop faible pour pouvoir être mesurée. Mais en prenant les deux vues aux extrémités d'une base, encore très petite si on la compare aux distances des objets représentés, qu'il s'agit d'évaluer, mais beaucoup plus grande que l'écartement des yeux humains ou des axes optiques de la jumelle photographique ordinaire, qui est de 6 à 7 millimètres, on est parvenu à accroître assez les parallaxes pour les rendre mesurables avec précision au moyen d'appareils micrométriques d'une extrême délicatesse comme le Stéréo-comparateur (*) du Dr Pulfrich, d'Iéna, dont la description ne peut être faite dans cette note succincte, mais qui se trouve dans plusieurs publications françaises et étrangères (**).

Cet appareil a déjà fait ses preuves sous plusieurs rapports entre les mains de son auteur, notamment en lui permettant de relever à la surface de la lune (dont deux images convenablement choisies lui avaient été communiquées par MM. Lœwy et Puiseux) une série de courbes *d'égale distance apparente* échelonnées depuis le centre du disque qui correspond au point le plus rapproché jusqu'aux bords.

On peut donc être certain qu'en opérant avec soin sur des photographies de paysages prises dans des conditions bien déterminées, on aurait ainsi un procédé de lever topographique pouvant atteindre un haut degré de précision (***).

Le seul inconvénient est le prix élevé de ce genre d'appareil et l'on a cherché à l'éviter très simplement (en sacrifiant un peu la

(*) Un appareil analogue a été imaginé indépendamment par M. Fourcade, agent forestier au Cap de Bonne-Espérance qui, d'après une lettre que je viens de recevoir, le fait construire en ce moment en Angleterre.

(**) Voyez mes *Recherches sur les instruments, les méthodes et le dessin topographiques*. Gauthier-Villars, Paris 1903. Une Bibliographie relative au Stéréocomparateur comprenant déjà vingt numéros vient de paraître dans une très récente plaquette intitulée : *Stereokomparator nach Pulfrich*, Carl Zeiss, Iena 1903.

(***) Une expérience tout à fait concluante a été faite, pendant l'été de 1903, aux environs d'Iéna, sous les auspices du major général Schulze, chef de la section topographique, par M. Paul Seliger, topographe royal, qui a déclaré qu'il opérerait aussi vite, *dans le cabinet*, sur les deux épreuves stéréoscopiques qu'il pourrait le faire *sur le terrain*. Voyez à ce sujet : *Ueber einem Versuch zur praktischen Erprobung der Stereo-Photogrammetrie für die Zweeke der Topographie. Von Dr C. Pulfrich in Iena. Sonder abdruck aus Zeitschrift für Instrumentenkunde 1903 Heft 11.*

précision peut-être) en opérant immédiatement sur le *modèle en relief*, à une échelle bien déterminée, de la partie du terrain embrassée des deux stations photographiques que l'on voit dans le stéréoscope (*).

Il fallait, à la vérité, que ce modèle *virtuel* fût accessible, tangible en quelque mesure. Or, il est dans ce cas, dans le stéréoscope de Wheatstone disposé comme l'a fait le distingué M. E. Deville, arpenteur général du Canada, à qui appartient même l'idée de ce procédé purement graphique et mécanique. Je ne pourrais pas le décrire ici sans recourir à une figure qui a été publiée dans mes *Recherches*, etc.

Je me contenterai de faire remarquer, en ce qui concerne l'échelle, qu'elle résulte immédiatement du rapport qui existe entre l'écartement des yeux de l'opérateur et la distance des deux stations photographiques. J'ajouterai enfin que des expériences ont été faites avec ce nouvel instrument, étudié à Iéna par le Dr Pulfrich, sous le nom de *Stéréoplanigraphe* et que, de mon côté, j'ai pensé que l'on pourrait avoir recours au Stéréoscope si répandu de Brewster, que je suis parvenu à approprier très simplement à cet usage en déviant les rayons lumineux venant des images photographiques vivement éclairées au moyen de deux chambres claires de Govi, posées sur les lentilles du stéréoscope.

Encore une fois, je regrette beaucoup de n'avoir pas pu me rendre au Congrès d'Angers pour donner de vive voix les détails nécessaires et fournir à mes collègues les explications qu'ils auraient pu provoquer.

J'espère cependant en avoir dit assez pour appeler l'attention sur les progrès d'un art qui a déjà rendu des services considérables dans l'ordre d'idées que j'ai seulement voulu rappeer dans cette communication. Ceux de mes collègues qui voudraient se mettre au courant des autres applications de la métrophotographie à l'astronomie, à la météorologie, à la géographie (détermination des positions géographiques), à l'hydrographie, etc., etc., consulteraient avec profit l'ouvrage de M. le professeur Doležal, de l'Académie des Mines de Leoben, intitulé : *Die Anwendung der Photographie in praktischen Messkunst*, Halle a. S. Wilhelm Knapp, 1896, et les

(*) L'opérateur qui posséderait un stéréo-comparateur et un stéréo-planigraphe pourrait avantageusement les utiliser tous les deux en employant le premier à la détermination précise d'un certain nombre de repères et en effectuant ensuite beaucoup plus rapidement le remplissage à l'aide du second.

articles du même auteur dans l'*Eder's Jahrbuch für Photographie* où, depuis cette époque, il donne, chaque année, une analyse des publications faites dans tous les pays du monde sur la métrophotographie ou, comme on dit en Allemagne, la photogrammétrie.

---


## M. E. MARCHAND

Directeur de l'Observatoire du Pic du Midi


---

### OBSERVATIONS PHYSIQUES DE LA LUNE, TENDANT A CONFIRMER L'EXISTENCE D'UNE FAIBLE ATMOSPHÈRE, FAITES AU PIC DU MIDI (ALTITUDE 2860m) DE 1897 A 1903. [523.35]

— *Séance du 8 août* —

On sait qu'un certain nombre d'observations, dont quelques-unes remontent à plus d'un siècle, tendent à démontrer que la lune pourrait n'être pas totalement dépourvue d'atmosphère.

J'ai pensé à profiter des conditions exceptionnelles dans lesquelles on peut souvent observer, au Pic du Midi, certains phénomènes lumineux de constatation difficile, pour ajouter quelques documents précis à ceux qu'on possède déjà sur cette question.

Les observations que je vais résumer ont été faites pendant les années 1897 à 1903 par moi-même ou par mon assistant du Pic du Midi, M. Latreille. Elles se divisent en trois catégories :

1° Observations, au voisinage immédiat de la nouvelle lune, de certains phénomènes de crépuscule lunaire;

2° Observations de phénomènes crépusculaires sur le terminateur à diverses époques de la lunaison;

3° Observations de phénomènes dus au pouvoir réfringent de l'atmosphère lunaire pendant les éclipses de lune ou de soleil.

(a) *Observations faites au voisinage de la nouvelle lune.* — J'insiste tout d'abord sur la grande *intensité lumineuse* que la lumière cendrée présente souvent au Pic du Midi (intensité qui permet de voir un très grand nombre de détails du relief lunaire, même au voisinage des quadratures).

M. Latreille et moi-même, nous avons plusieurs fois dessiné des vues d'ensemble du disque lunaire, ainsi éclairé par la lumière que réfléchit la terre : l'aspect est très différent de celui de la pleine lune et

la comparaison de ces aspects pourrait conduire à des résultats intéressants. C'est un point sur lequel je reviendrai, et je me bornerai dans cette note à signaler rapidement ce qui, dans nos observations, se rattache à l'existence possible d'une atmosphère.

1° Si l'on observe le croissant lunaire un peu après la nouvelle lune, lorsqu'il apparaît très délié, après le coucher du soleil, dans la lumière crépusculaire, on constate que les parties de lumière cendrée visibles les premières sont celles qui *continuent* pour ainsi dire les cornes du croissant. Ces mêmes parties, qui prolongent les cornes, conservent ensuite une clarté un peu plus grande que le reste de la lumière cendrée.

Quand on observe le croissant un peu *avant* la nouvelle lune, c'est-à-dire le matin, avant le lever du soleil, les mêmes phénomènes se présentent dans l'ordre inverse.

Ces faits avaient déjà été signalés; nous les avons observés plusieurs fois avec la plus grande netteté (par exemple, les 29 octobre 1897 (6 h. soir); 22 novembre 1897 (6 h. matin); 27 novembre 1897 (6 h. soir); 17 juillet 1898 (4 h. matin).

2° Lorsque la lumière cendrée est devenue bien visible, les parties du contour lunaire qui prolongent les cornes du croissant restent presque toujours plus éclairées que le reste du disque. On voit, en général, sur ce contour et à la suite des cornes, un arc de plusieurs degrés lunaires (et d'ailleurs de longueur variable), formant comme un mince filet de lumière.

Ce phénomène a été observé une cinquantaine de fois au Pic du Midi; j'ai pu même le constater souvent à Bagnères-de-Bigorre (550$^{m}$ d'altitude), où l'atmosphère est parfois d'une transparence déjà très remarquable, quoique inférieure à celle de l'atmosphère du Pic du Midi.

Ce filet lumineux n'est parfois qu'une partie un peu plus éclairée de la lumière cendrée : il apparaît alors à l'intérieur du contour de la lune; mais, d'autres fois, il déborde un peu à l'extérieur de ce contour : cela s'observe surtout lorsque, le croissant étant encore assez délié, la lune est cependant déjà assez distante du soleil pour ne pas se coucher avant la fin du crépuscule.

Il est parfois difficile de distinguer la limite extérieure des cornes du croissant; dans un certain nombre de cas, j'ai même dû me servir d'un micromètre pour fixer, aussi bien que possible, les limites géométriques, diamétralement opposées, de la partie du disque directement éclairée par le soleil et m'assurer que le mince filet lumineux saillant, dont je viens de parler, était bien situé au-delà de cette

limite et ne devait pas être confondu avec le prolongement extrême de la corne voisine.

3° Nous avons parfois observé, au voisinage de la nouvelle lune, que le bord de la lumière cendrée contigu au terminateur du croissant était légèrement plus clair, plus lumineux que le reste de cette lumière, sur une largeur de plusieurs degrés lunaires.

Cette observation est délicate, elle exige une atmosphère très pure, laissant voir beaucoup de détails dans la lumière cendrée et permettant de tenir compte des différences de teinte dues au relief du sol lunaire; nous avons pu cependant la faire plusieurs fois avec précision (24 octobre 1897, 16 juillet 1898, 31 mars 1903).

Le terminateur éclairé lui-même présente, sur certaines parties peu accidentées du sol lunaire, une dégradation sensible qui s'observe d'ailleurs plus aisément vers le premier ou le dernier quartier, sur une largeur de plusieurs degrés lunaires. Lorsqu'on observe ce terminateur au voisinage (pas trop immédiat) de la nouvelle lune, alors que la lumière cendrée est relativement intense, on constate donc un passage progressif de la grande luminosité du croissant au faible éclairement du reste du disque; ce passage progressif s'étend parfois sur 8° à 10° en longitude.

4° Enfin, la visibilité des détails, *dans la lumière cendrée*, est tellement variable, alors que les conditions de crépuscule terrestre et de transparence de notre atmosphère semblent à peu près identiques, que je me suis demandé souvent si ces variations ne proviendraient pas de l'atmosphère lunaire elle-même : on conçoit, en effet, que la transparence plus ou moins grande de cette atmosphère, si peu épaisse qu'on la suppose, peut avoir une énorme influence sur la visibilité d'objets extrêmement peu éclairés; et ce qui confirme cette hypothèse, c'est que, parfois, on aperçoit également bien tous les détails principaux du relief, tandis que, d'autres fois, ils n'apparaissent bien qu'en certaines régions. On conçoit que, dans la lumière directe du soleil, ces variations disparaissent totalement.

(b) *Observations de phénomènes de crépuscule lunaire, sur le terminateur, à diverses époques de la lunaison.* — 1° Ainsi que je l'ai déjà dit, le terminateur présente toujours, surtout en certaines parties peu accidentées, une dégradation très sensible de la lumière. C'est un fait observé depuis longtemps, que nous avons seulement cherché à vérifier dans des circonstances favorables.

Le diamètre apparent du soleil, vu de la lune, étant d'environ 32′, la dégradation *géométrique* du bord du croissant ne devrait s'étendre que sur environ 1/2 degré de longitude lunaire. Or, j'ai observé

plusieurs fois une dégradation de 5° de largeur (22 novembre 1897 par exemple) et, pour m'assurer que cet effet n'était pas dû à une légère inclinaison de la surface éclairée (par rapport au plan tangent à la limite géométrique de la lumière), j'ai vérifié, à une autre époque de la lunaison, qu'il se reproduisait sensiblement avec la même largeur, lorsque la lumière arrivait, d'une direction opposée, sur la même partie du sol lunaire.

2° J'ai déjà indiqué que le bord de la lumière cendrée, tout le long du terminateur, présente lui-même des *traces* de dégradation. On voit parfois sur ce bord une bande de 4° à 5° de largeur, qui semble un peu plus claire que le reste du disque; lorsque la lumière cendrée est relativement intense, la largeur totale de la *dégradation visible* peut donc atteindre de 8° à 10°. Il ne semble guère possible d'expliquer cela autrement que par un effet de crépuscule dans l'atmosphère lunaire.

3° Lorsque des sommets de montagnes lunaires sont éclairés en dehors du terminateur, l'intensité et la couleur des points brillants qu'ils produisent dépendent de leur distance au terminateur : les plus voisins sont éclatants et blancs, les plus éloignés, ternes et jaunes. J'ai observé cela plusieurs fois (par exemple le 30 novembre 1897, le 3 juillet 1898, etc...). C'est encore un fait déjà connu; mais je l'ai vérifié de la manière la plus nette.

4° Au voisinage du terminateur, les ombres portées, sur les parties relativement planes, par les montagnes de la lune, ne sont pas toujours aussi noires qu'elles devraient l'être en l'absence de toute atmosphère. Cette observation est délicate, parce que l'intérieur de l'ombre géométrique peut être éclairé par la réflexion des rayons solaires sur une montagne voisine. Mais il y a des cas où cette cause ne peut être invoquée; ainsi le 30 novembre 1897, j'observais au nord de la *mer de la Sérénité*, plusieurs cirques, dans l'intérieur desquels l'ombre portée était certainement moins intense, moins noire pour les plus voisins du terminateur que pour les plus éloignés. (La cause indiquée ci-dessus aurait alors produit l'effet contraire. Observations analogues le 7 décembre.)

5° La lumière cendrée, visible très souvent, au pic du Midi, au premier et au dernier quartier de la lune (et parfois même avec quelques détails de relief) présente, *presque toujours*, sur le bord du disque du côté opposé au croissant directement éclairé, une étroite bande de couleur jaunâtre ou un peu rougeâtre. L'existence de cette bande un peu colorée et qui, à cause de sa couleur, paraît quelquefois légèrement plus éclairée que le reste du disque cendré

(lequel est gris), a été constatée plus de cinquante fois par M. Latreille ou par moi. Ne faut-il pas l'attribuer à la présence, au voisinage du bord du disque, d'une épaisseur d'atmosphère lunaire relativement considérable dans la direction du rayon visuel? L'atmosphère de la lune aurait alors à peu près, comme celle de la terre, la propriété de laisser passer surtout les rayons jaunes et rouges et d'éteindre plus ou moins le reste du spectre solaire. Ces observations sont à rapprocher des faits indiqués précédemment sur la couleur et l'éclat des sommets éclairés au voisinage et en dehors du terminateur.

(c) *Observations faites pendant les éclipses de lune ou de soleil.* — 1° L'éclipse de soleil du 28 mai 1900 nous a permis de constater quelques faits qui, à mon avis, ne peuvent s'expliquer que par l'influence de l'atmosphère de la lune.

Cette éclipse a été observée au Pic du Midi par M. Latreille (assisté de M. Ginet), à l'équatorial Brünner, de 22 centim. d'ouverture, et à Bagnères, par moi-même (avec l'assistance de MM. Dort et Jules Sansot), au moyen d'une lunette de 16 centim. montée sur un pied azimutal. Dans les deux stations l'observation a été faite en projetant l'image du soleil sur un écran.

Tandis que la lune s'avançait devant le soleil, nous avons tous porté notre attention sur la *forme des cornes* de l'échancrure.

Au Pic, où le ciel était beau pendant toute la durée de l'éclipse, on a observé constamment ce qui suit, et que nous n'avons vu à Bagnères que par moments, dans les éclaircies d'une couche de strato-cumulus.

Quand le bord circulaire de la lune coupait presque à angle droit celui du soleil, on voyait *très nettement en dehors du disque solaire*, et sur le bord de la lune, deux petits filets lumineux terminés en pointes et ayant, dans le sens du contour de la lune, une longueur angulaire d'environ 1°, parfois 2°. Sur une image projetée d'environ 20 centim. de diamètre, la plus grande largeur de ce filet était à peine de 1 millimètre.

Ce phénomène est tout à fait comparable à celui que je signalais plus haut : filet lumineux *saillant* continuant les cornes du croissant lunaire, au voisinage de la nouvelle lune. — C'est, pour ainsi dire, *l'exagération* de ce même filet, produite par un éclairage spécial arrivant tout à fait à l'opposé de l'observateur.

Lorsque le bord circulaire de la lune coupait, au contraire, celui du soleil sous un angle aigu, le phénomène prenait un aspect un peu différent, plus difficile à remarquer au premier abord : le filet lumineux ne faisait que rendre beaucoup plus aiguës les cornes du

*croissant solaire*; mais l'effet était *des plus nets* et frappait l'observateur aussitôt que son attention avait été appelée sur la forme des cornes.

2° *Éclipses de lnne.* — Pendant l'éclipse de lune du 12 avril 1903, que j'observais à Bagnères par un ciel d'une extraordinaire transparence et d'une absolue pureté, j'ai porté toute mon attention sur les détails de la forme et de l'aspect de l'ombre de la terre couvrant le disque de la lune.

Je dois d'abord constater (ce qui prouve la transparence extrême de l'atmosphère de ma station) que j'ai constamment vu, quoique difficilement parfois, le disque *entier* de la partie éclipsée; sa couleur était rouge brique et il fallait parfois, pour le voir, faire sortir du champ de la lunette le croissant éclairé (c'est ce que nous faisons souvent aussi pour mieux observer la lumière cendrée). Malgré cette faible visibilité du disque, l'éclipse a été remarquable par l'opacité de l'ombre (*). Or, le bord de cette ombre s'est toujours montré moins sombre que le reste; il y avait d'abord une bande grise se raccordant par une dégradation rapide avec l'ombre noire; cette bande ne peut pas être confondue avec l'effet de la pénombre de la terre, elle s'étendait sur quelques degrés lunaires (8° à 10°); on la retrouve nettement figurée sur les dessins de M. Latreille, comme sur les miens.

Elle me paraît due plutôt à la réfraction et à la diffusion de la lumière du soleil par l'atmosphère de la lune.

Mais un fait plus frappant encore est le suivant : j'ai constamment vu les deux extrémités de cette bande, c'est-à-dire les parties voisines des deux bords du disque, un peu plus claires que le milieu, ce qui tendait à donner aux cornes du croissant lunaire un aspect plus aigu que ne le comportait la forme circulaire, à courbure assez faible, de l'ombre. Or, si l'on analyse la marche des rayons solaires à travers une atmosphère, dans les régions du globe lunaire latérales par rapport à la ligne des centres de la terre et de la lune, on se rend compte qu'en ces régions la lumière directe du soleil doit, en effet, pénétrer dans l'ombre géométrique, par réfraction, un peu plus loin qu'au voisinage de la ligne des centres.

Je note enfin que, immédiatement après le dernier contact, il m'a semblé voir assez nettement la forme circulaire de l'ombre *en dehors de la lune*.

Cette observation (déjà faite antérieurement, et toujours un peu

(*) On sait que presque tous les observateurs ont cessé de voir la teinte rouge de la partie éclipsée du disque lunaire, longtemps avant la phase maxima de l'éclipse.

douteuse) ne peut-elle pas s'expliquer par la présence de l'atmosphère lunaire, assez éclairée au-delà du disque pour que l'ombre s'y projette fugitivement et reste ainsi légèrement visible après le contact?

Je résume cette note déjà longue, en disant que, d'après les observations précédemment exposées, il semble bien qu'*il existe autour de la lune une atmosphère dont la hauteur, pour la partie la plus dense, la plus active au point de vue des phénomènes lumineux, ne dépasse probablement guère la hauteur des pics lunaires les plus élevés*. Cela n'est pas incompatible, d'ailleurs, avec les phénomènes qui tendent à prouver l'absence de cette atmosphère, mais démontrent seulement au fond que, si elle existe, elle ne peut être que *très basse et de faible densité*.

---


## M. Maurice d'OCAGNE

Ingénieur des Ponts et Chaussées, à Paris


### COUP D'ŒIL SUR LA THÉORIE LA PLUS GÉNÉRALE DE LA NOMOGRAPHIE [X3a]

— *Séance du 8 août* —

1. — La méthode graphique vient en aide au calculateur sous deux formes bien distinctes et qu'il convient de ne pas confondre (*).

D'une part, les grandeurs soumises au calcul étant données sous forme d'éléments géométriques mesurables (segments de droite, angles, ......), on exécute sur ces éléments géométriques une *construction* propre à déterminer un autre élément géométrique dont la mesure fasse connaître précisément le résultat du calcul que l'on a en vue. Telle est l'essence du *calcul graphique* proprement dit, ou *calcul par le trait*, dont une des branches les plus importantes est constituée par la *statique graphique*.

On peut, d'autre part, lorsque plusieurs variables sont liées par une équation, faire correspondre à chacune d'elles les cotes d'un système d'éléments (lignes ou points) de telle sorte que le lien analytique constitué entre les variables par l'équation donnée se traduise par une certaine relation de position simple entre les éléments cotés

(*) Sur cette distinction essentielle voir la Note que nous avons présentée au deuxième Congrès international des mathématiciens (*Compte rendu du Congrès*, p. 419).

au moyen des valeurs correspondantes de ces variables. On a ainsi une représentation *nomographique* de l'équation proposée. L'ensemble des systèmes cotés, ou *nomogramme*, permet alors, lorsqu'on se donne des valeurs arbitraires pour toutes les variables en présence moins une, d'obtenir par une *simple lecture*, une fois établie la relation de position voulue, la valeur correspondante de la dernière variable. Telle est l'essence du *calcul nomographique*.

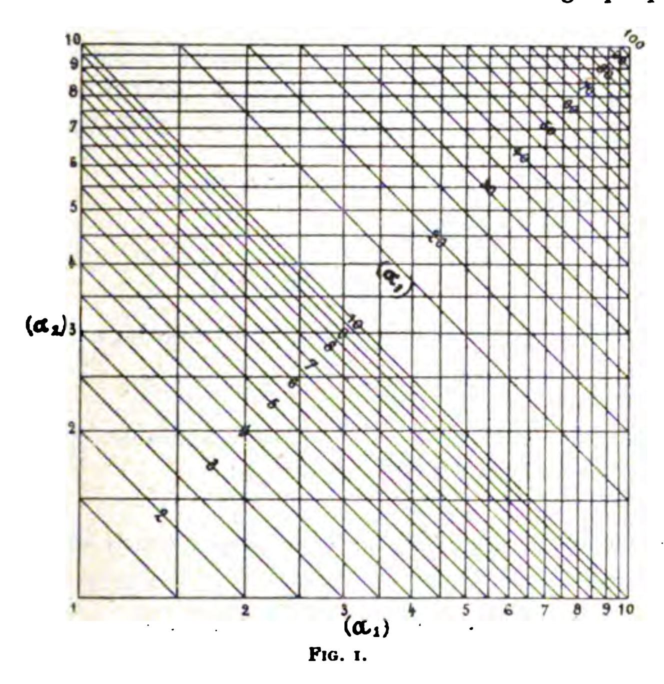



FIG. 1.

La *Nomographie* est la théorie générale de la représentation des équations à un nombre quelconque de variables au moyen de systèmes d'éléments cotés.

Son principal objet consiste dans l'appropriation des modes de représentation les plus simples, partant les plus usuels, aux types d'équations les plus fréquents dans la pratique (*). Elle doit, à ce point de vue, s'attacher à une foule de questions de détail soulevant des problèmes d'analyse ou de géométrie dont la solution ne manque pas d'un intérêt propre (**).

(*) Esquissée, à ce point de vue, dans la petite brochure que nous avons publiée en 1891, et où a été proposé pour la première fois le terme de *Nomographie*, elle a reçu, dans le même ordre d'idées, son complet développement dans le *Traité de Nomographie* que nous avons fait paraître en 1899. Les travaux qui ont donné naissance à ces ouvrages ont eu l'honneur d'une double sanction par l'Académie des Sciences en 1892 (Prix sur la fondation Leconte), et 1902 (Prix Poncelet).

(**) Voir à cet égard l'appréciation de M. J. Tannery (*Bull. des Sc. math.*, 1899, p. 172).

Mais elle ne serait pas achevée si elle ne couronnait l'édifice de ces théories particulières par la détermination *complète* des modes de représentation les plus généraux de façon à mettre en évidence, dans toute son étendue, le champ de ses applications possibles.

Cette théorie générale, développée dans le chapitre VI (section I) de notre *Traité de Nomographie*, a pris, dans un travail que nous avons publié récemment (*), une forme plus synthétique.

2. — Nous nous proposons ici d'en dégager de façon simple l'idée maîtresse. Nous aurons, pour cela, recours à un cas très élémentaire, mais très important pour la pratique, celui des équations à trois variables $\alpha_1$, $\alpha_2$, $\alpha_3$ pouvant se mettre sous la forme

$$f_1(\alpha_1) + f_2(\alpha_2) = f_3(\alpha_3), \tag{1}$$

qui comprend aussi la forme

$$\varphi_1(\alpha_1)\,\varphi_2(\alpha_2) = \varphi_3(\alpha_3)$$

réductible à la précédente par la transformation logarithmique (**)

$$\log \varphi_1(\alpha_1) + \log \varphi_2(\alpha_2) = \log \varphi_3(\alpha_3).$$

Indiquons sommairement les principaux modes de représentation applicables à une équation de la forme (1) :

I. — *Abaque anamorphosé.* — Supposons tracés sur un même plan les trois systèmes de droites cotées

$$x = f_1(\alpha_1), \qquad y = f_2(\alpha_2), \qquad x + y = f_3(\alpha_3).$$

On voit que si trois droites, prises respectivement dans ces trois systèmes, concourent en un même point, leurs cotes satisfont à une équation qui, obtenue par l'élimination de $x$ et $y$, n'est autre que (1).

La figure 1 donne la disposition d'un abaque de ce genre pour le cas où les fonctions $f_1(\alpha_1)$, $f_2(\alpha_2)$, $f_3(\alpha_3)$ se réduisent à $\alpha_1$, $\alpha_2$, $\alpha_3$.

(*) *Exposé synthétique des principes fondamentaux de la Nomographie* (Extrait du 8e cahier de la 2e série du *Journal de l'École Polytechnique*, 1903), en vente chez Gauthier-Villars.

(**) D'une manière générale, le comte Paul de Saint-Robert a démontré (*Traité de Nomographie*, p. 418) que, si l'on pose

$$q = \frac{d\alpha_3}{d\alpha_1} \cdot \frac{d\alpha_3}{d\alpha_2},$$

la condition nécessaire et suffisante pour qu'une équation donnée soit réductible à la forme ci-dessus est

$$\frac{d^2 \log q}{d\alpha_1\, d\alpha_2} = 0.$$

C'est l'abaque même, jadis construit par Lalanne pour la multiplication.

II. — *Abaque hexagonal.* — L'axe O$z$ étant la bissectrice d'un angle $x$O$y$ de 120°, supposons portées respectivement sur O$x$, O$y$ et O$z$ les graduations

$$x = f_1(\alpha_1), \qquad y = f_2(\alpha_2), \qquad z = f_3(\alpha_3).$$

Trois index concourants, tracés sur un transparent, mobiles tout en restant perpendiculaires à O$x$, O$y$ et O$z$ *(fig. 2)* coupent constamment ces axes en trois points dont les cotes sont liées par l'équation (1).

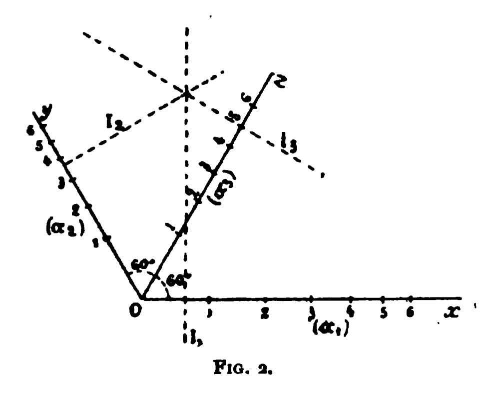



Fig. 2.

III. — *Points alignés.* — Sur trois axes parallèles A$u$, B$v$, C$w$ (le dernier étant équidistant des deux autres) portons respectivement les graduations *(fig. 3)*.

$$u = f_1(\alpha_1), \qquad v = f_2(\alpha_2), \qquad w = \frac{f_3(\alpha_3)}{2}.$$

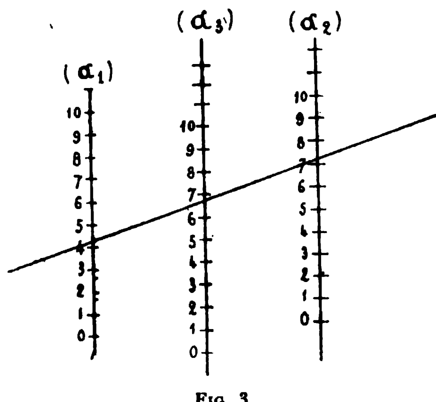



Fig. 3.

Si on coupe ces trois axes gradués par une droite quelconque, les cotes des points de rencontre satisfont à l'équation (1).

IV. — *Règle à calcul.* — Imaginons (*fig.* 4) entre deux axes fixes parallèles $O_1x_1$ et $O_3x_3$, un axe mobile $O_2x_2$, également parallèle aux

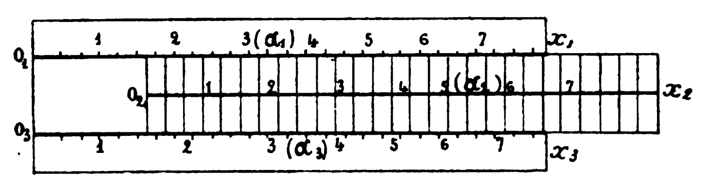



Fig. 4.

deux premiers, ces trois axes portant respectivement les graduations (*).

$$x_1 = f_1(\alpha_1), \qquad x_2 = f_2(\alpha_2), \qquad x_3 = f_3(\alpha_3).$$

Si l'origine $O_2$ de l'axe mobile $O_2x_2$ est arrêtée en face du point $\alpha_1$ de l'axe $O_1x_1$, et si son point $\alpha_2$ se trouve alors en face du point $\alpha_3$ de l'axe $O_3x_3$, ces trois valeurs de $\alpha_1$, $\alpha_2$ et $\alpha_3$ satisfont simultanément à l'équation (1).

Dans chacun de ces quatre modes de représentation, à chacune des variables $\alpha_1$, $\alpha_2$, $\alpha_3$, correspond un système d'éléments cotés : des droites dans le premier cas, des points dans les trois autres. Et le lien analytique constitué entre ces variables par l'équation (1) se traduit par une de ces relations de position :

I. Les trois droites $(\alpha_1)$, $(\alpha_2)$, $(\alpha_3)$, concourent en un même point ;

II. Les trois points $(\alpha_1)$, $(\alpha_2)$, $(\alpha_3)$, sont simultanément sous les trois index convenablement orientés ;

III. Les trois points sont simultanément sous l'index unique ;

IV. Quand le point $O_2$ est en face du point $(\alpha_1)$, le point $(\alpha_2)$ est en face du point $(\alpha_3)$.

D'ailleurs, alors que, dans le premier cas, il n'y a en présence que des éléments fixes, on rencontre, dans les trois autres, un

(*) Il suffit de marquer les graduations $(\alpha_1)$ et $(\alpha_3)$ sur les bords d'une règle munie d'un tiroir à glissière portant la graduation $(\alpha_2)$ pour avoir le type classique des règles à calcul.

élément mobile, savoir le système des trois index concourants, l'index unique, ou l'axe $O_2x_2$ portant la graduation $(\alpha_2)$.

3. — Pour synthétiser ces divers modes de représentation en un même type général, nous aurons recours à deux plans superposés $\pi$ et $\pi'$ sur lesquels nous supposerons marqués les divers éléments en présence, et nous conviendrons, pour simplifier le langage, de dire, si un point se trouve sur une certaine ligne, qu'il y a *contact* entre ce point et cette ligne.

Le contact entre les éléments E et E′ sera d'ailleurs désigné par la notation

$$E \bowtie E'.$$

Cela posé, nous remarquerons que les déplacements relatifs des plans $\pi$ et $\pi'$ dépendant de 3 paramètres, il faut trois contacts entre éléments pris respectivement sur chacun d'eux pour les fixer l'un par rapport à l'autre.

Soient :

$$A \bowtie A', \quad B \bowtie B', \quad C \bowtie C',$$

ces trois contacts.

Une fois les deux plans ainsi fixés l'un par rapport à l'autre, on peut constater l'existence d'un contact

$$D \bowtie D'$$

entre éléments pris sur l'un et sur l'autre.

Si donc, parmi les 8 éléments intervenant dans ces 4 contacts, il s'en trouve 3 appartenant à des systèmes cotés, les 5 autres étant des éléments sans cote ou *constants*, on aura ainsi constitué un nomogramme à 3 variables.

Voyons comment les nomogrammes précédemment décrits pour l'équation particulière de type (1) peuvent être rattachés à ce type général :

I. — Le nomogramme ne comportant que des éléments fixes, on peut les supposer marqués sur le plan $\pi$ et faire abstraction du plan $\pi'$ (ou rendre celui-ci invariable par rapport à $\pi$, ce qui a lieu si les 6 premiers éléments sont constants).

On constate alors le contact entre la droite $(\alpha_3)$ et le point de rencontre des droites $(\alpha_1)$ et $(\alpha_2)$, qu'on peut considérer comme point à 2 cotes $(\alpha_1, \alpha_2)$.

II. — Tout d'abord, l'orientation du système des index mobiles sera assurée si l'un d'eux $I_1$ est perpendiculaire à l'axe gradué $Ox$

correspondant, ou, ce qui revient au même, pour employer la terminologie ci-dessus définie, s'il est en contact avec le point $J_\infty$ à l'infini dans la direction normale à cet axe.

On prendra donc d'abord comme élément A l'index $I_1$, comme élément A' le point $J_\infty$.

Il suffira ensuite de prendre comme éléments B, C, D les points $(\alpha_1)$, $(\alpha_2)$, $(\alpha_3)$ des axes $Ox$, $Oy$, $Oz$, et comme éléments B', C', D' les index $I_1$, $I_2$, $I_3$ correspondants.

III. — Prenant l'index mobile unique comme représentant à la fois les éléments A', B', C' superposés, on constituera les éléments A, B, C au moyen des points $(\alpha_1)$, $(\alpha_2)$, $(\alpha_3)$. Le contact entre les éléments D et D' reste donc indéterminé. C'est qu'en effet, les deux premiers contacts une fois établis ne laissent à l'index que la seule possibilité d'un glissement sur lui-même. Si donc il est alors en contact avec un troisième élément, il ne cessera d'y rester quel que soit le glissement qu'on lui imprime et, par conséquent, le quatrième contact devient inutile (*).

IV. — Soit $\Delta$ une droite du plan $\pi$, parallèle à $O_1x_1$ et $O_2x_2$, avec laquelle doit rester en coïncidence l'axe mobile $O_2x_2$. Pour assurer cette coïncidence, il suffira que deux points, $O_2$ et $x_2$ de l'axe $O_2x_2$ restent constamment sur $\Delta$. Donc, prenant la droite $\Delta$ à la fois comme élément A et comme élément B, on constituera les éléments A' et B' au moyen des points $O_2$ et $x_2$.

Cela posé imaginons que par les points de division de $O_2x_2$ passent des droites perpendiculaires à cet axe, et marquées comme lui sur le plan $\pi'$. Nous les appellerons les traits $(\alpha_2)$. Dès lors, il suffira de prendre pour éléments C et D les points $(\alpha_1)$ et $(\alpha_3)$, pour éléments C' et D' les traits $O_2$ et $(\alpha_2)$.

4. — Le type général dans lequel nous venons de synthétiser les diverses solutions particulières du problème qui nous a servi d'exemple comprend de même *tous les nomogrammes réductibles à deux systèmes plans* composés d'éléments cotés ou constants, mobiles l'un par rapport à l'autre. Il suffit, pour qu'il soit susceptible de cette complète extension, de supposer : 1° que les contacts ont

(*) Ce cas d'exception rentre dans une catégorie donnée avec toute sa généralité dans notre *Traité* (p. 395) et notre *Exposé synthétique* (p. 32), et qu'on peut ainsi caractériser : si trois des contacts sont compatibles avec une même translation ou une même rotation, le quatrième contact peut être supprimé.

lieu non seulement entre droites et points, mais entre lignes quelconques; 2° que les éléments cotés peuvent dépendre d'un nombre quelconque de cotes.

La possibilité de l'introduction d'un nombre quelconque de cotes pour un même élément résulte d'ailleurs de l'emploi de systèmes ramifiés de lignes, sur lesquels nous ne nous arrêterons pas ici (*).

Pour le cas où le nomogramme est uniquement constitué par des éléments fixes, nous avons fait voir que le type le plus général pouvait être considéré comme résultant du contact de points à 2 cotes avec des lignes à $n - 2$ cotes (**).

Pour le cas où le nomogramme est constitué par deux systèmes plans mobiles l'un par rapport à l'autre, la question se posait de former *à priori* tous les types morphologiquement distincts, c'est-à-dire distincts au point de vue de leur structure, abstraction faite de la nature géométrique des éléments en présence (***).

Parmi les éléments qui interviennent dans les 4 contacts dont la simultanéité constitue le mode d'emploi du nomogramme, les uns appartiennent à des systèmes cotés, les autres, dépourvus de cotes, sont ce que nous avons appelé des éléments constants. C'est ainsi que, dans les exemples ci-dessus les points $(\alpha_1)$, $(\alpha_2)$, $(\alpha_3)$, sont des éléments cotés tandis que les trois index et le point $J_\infty$ dans l'exemple II, l'index unique dans l'exemple III, la droite $\Delta$, les points $O_1$ et $x_1$ dans l'exemple IV, sont des éléments constants.

Dès lors, le caractère sur lequel nous avons finalement fondé la distinction entre les types fondamentaux de nomogrammes, que nous avons appelés des *types canoniques* (****), tient au mode de répartition, entre les 4 contacts qui y interviennent, des éléments qui sont cotés et de ceux qui ne le sont pas.

Représentant chaque élément coté par le nombre quelconque $n$ des cotes qui lui correspondent et, par suite, par $o$ tout élément constant, nous avons reconnu que les types canoniques (irréductibles les uns aux autres au point de vue de la structure, mais pouvant s'appliquer à des équations identiques lorsqu'on définit la nature

(*) *Traité*, p. 351; *Exposé synthétique*, p. 8. Les éléments à $n$ cotes ne peuvent pas dépendre de ces cotes d'une manière *quelconque*, mais par substitutions successives de fonctions de deux variables, ce qui laisse encore un vaste champ aux applications.

(**) *Exposé synthétique*, p. 23.

(***) C'est, au contraire, en particularisant cette nature (et, plus spécialement en identifiant ces éléments à des points et à des droites) qu'on engendre les modes de représentation les plus utiles à considérer dans les applications, et la question qui se pose alors est d'amener les équations qui se rencontrent dans la pratique à la forme requise pour se prêter à de tels modes de représentations.

(****) *Exposé synthétique*, p. 33.

géométrique des éléments qui y interviennent) sont au nombre de 19. Et nous avons adopté pour leur désignation un chiffre égal au nombre des éléments cotés correspondants, affecté d'un indice d'ordre s'il y a lieu.

Voici le tableau de ces 19 solutions :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $(2_1)$ | $n_1 \mapsto o$ | $n_2 \mapsto o$ | $o \mapsto o$ | $o \mapsto o$ |
| $(2_2)$ | $n_1 \mapsto o$ | $o \mapsto n'_2$ | $o \mapsto o$ | $o \mapsto o$ |
| $(3_1)$ | $n_1 \mapsto o$ | $n_2 \mapsto o$ | $n_3 \mapsto o$ | $o \mapsto o$ |
| $(3_2)$ | $n_1 \mapsto n'_1$ | $n_2 \mapsto o$ | $o \mapsto o$ | $o \mapsto o$ |
| $(3_3)$ | $n_1 \mapsto o$ | $n_2 \mapsto o$ | $o \mapsto n'_3$ | $o \mapsto o$ |
| $(4_1)$ | $n_1 \mapsto o$ | $n_2 \mapsto o$ | $n_3 \mapsto o$ | $n_4 \mapsto o$ |
| $(4_2)$ | $n_1 \mapsto n'_1$ | $n_2 \mapsto o$ | $n_3 \mapsto o$ | $o \mapsto o$ |
| $(4_3)$ | $n_1 \mapsto o$ | $n_2 \mapsto o$ | $n_3 \mapsto o$ | $o \mapsto n'_4$ |
| $(4_4)$ | $n_1 \mapsto n'_1$ | $n_2 \mapsto n'_2$ | $o \mapsto o$ | $o \mapsto o$ |
| $(4_5)$ | $n_1 \mapsto n'_1$ | $n_2 \mapsto o$ | $o \mapsto n'_3$ | $o \mapsto o$ |
| $(4_6)$ | $n_1 \mapsto o$ | $n_2 \mapsto o$ | $o \mapsto n'_3$ | $o \mapsto n'_4$ |
| $(5_1)$ | $n_1 \mapsto n'_1$ | $n_2 \mapsto o$ | $n_3 \mapsto o$ | $n_4 \mapsto o$ |
| $(5_2)$ | $n_1 \mapsto n'_1$ | $n_2 \mapsto n'_2$ | $n_3 \mapsto o$ | $o \mapsto o$ |
| $(5_3)$ | $n_1 \mapsto n'_1$ | $n_2 \mapsto o$ | $n_3 \mapsto o$ | $o \mapsto n'_4$ |
| $(6_1)$ | $n_1 \mapsto n'_1$ | $n_2 \mapsto n'_2$ | $n_3 \mapsto o$ | $n_4 \mapsto o$ |
| $(6_2)$ | $n_1 \mapsto n'_1$ | $n_2 \mapsto n'_2$ | $n_3 \mapsto n'_3$ | $o \mapsto o$ |
| $(6_3)$ | $n_1 \mapsto n'_1$ | $n_2 \mapsto n'_2$ | $n_3 \mapsto o$ | $o \mapsto n'_4$ |
| $(7)$ | $n_1 \mapsto n'_1$ | $n_2 \mapsto n'_2$ | $n_3 \mapsto n'_3$ | $n_4 \mapsto o$ |
| $(8)$ | $n_1 \mapsto n'_1$ | $n_2 \mapsto n'_2$ | $n_3 \mapsto n'_3$ | $n_4 \mapsto n'_4$ |

On peut, pour la plus grande généralité, rattacher à ce tableau le type unique des nomogrammes sans élément mobile au moyen de la notation

$$(2_0) \quad 2 \mapsto n' \qquad o \mapsto o \qquad o \mapsto o \qquad o \mapsto o$$

puisque trois contacts entre éléments constants (fictifs ici d'ailleurs) assurent la fixité des deux plans l'un par rapport à l'autre.

On voit, en prenant les divers nombres $n$ de cotes tous égaux à 1, que les exemples qui nous ont servi plus haut rentrent : l'exemple I dans le type $(2_0)$, les exemples II et III dans le type $(3_1)$, l'exemple IV dans le type $(3_2)$.

On peut accroître le champ d'application de la Nomographie en multipliant le nombre des plans mobiles superposés les uns aux autres (*). Nous nous contenterons ici de signaler cette nouvelle

(*) *Traité*, p. 397; *Exposé synthétique*, p. 51.

extension, notre but ayant été de mettre en relief, par une marche intuitive, l'idée mère de la théorie nomographique la plus générale, non de reprendre tout le développement de cette théorie qui se trouve dans les ouvrages ci-dessus cités.

---


# M. H. CHRÉTIEN

A l'Observatoire Farman, à Chevreuse (Seine-et-Oise)


---

## L'ÉTUDE SYSTÉMATIQUE DES ÉTOILES FILANTES ET LES TRAVAUX DE LA COMMISSION DES MÉTÉORES DE LA SOCIÉTÉ ASTRONOMIQUE DE FRANCE

[523.52]

---

*— Séance du 8 août —*

L'Astronomie Météorique est, sans contredit, et restera sans doute encore longtemps le sujet d'étude le plus complètement à la portée des « volontaires de la Science ». C'est ce qu'avait compris la *Société scientifique de France* qui, en 1869, organisa, sous la présidence de Le Verrier, l'observation systématique des Étoiles filantes aux époques d'apparition des pluies périodiques.

Dans sa séance du 1er mars 1899, la *Société Astronomique de France,* reprenant sur la proposition de quelques-uns de ses membres l'idée émise par Le Verrier, concluait à la constitution d'une commission spéciale, chargée d'organiser les observations et d'en discuter les résultats ; cette *Commission des Étoiles filantes et des Météores* a été placée sous la présidence de M. Callandreau, membre de l'Institut, professeur d'Astronomie à l'École Polytechnique. Nous nous proposons de résumer ici, en qualité de secrétaire de cette Commission, les instructions et les méthodes d'observations qu'elle a élaborées ainsi que les résultats qui ont été obtenus. Ces instructions n'ont d'autre but que de faciliter la discussion des observations par l'uniformité des documents ; elles sont d'ailleurs suffisamment élastiques pour ne pas gêner la propre initiative de chacun.

Bulletin d'Observations. — Les observations sont enregistrées sur un bulletin spécial établi selon la disposition suivante :

**Observations du ............................................ 1..............**

---

Noms et Initiales des Observateurs { M.............. M.............. M.............. M.............. M.............. } Localité:.............. { Longitude :.......... (de Paris ou de Greenwich) Latitude :.......... }

État du Ciel : ..................................................
Instrument de mesure (montre à secondes, chronomètre, etc.) :..................
Heure employée (Paris, Greenwich, etc.) :..................................

| N° D'ORDRE | HEURE (Correction faite de l'avance ou du retard) | POINT d'apparition | | POINT de disparition | | REMARQUES | | | | Initiale de l'Observateur |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | AR | D | AR | D | Éclat | Vitesse | Particularité | Poids | |
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) | (11) |
| | | | | | | | | | | |

Sous la rubrique « État du Ciel » on inscrira les différentes causes qui peuvent altérer la valeur des observations : brumes, nuages, etc., l'éclairement de l'atmosphère occasionné par la présence de la lune ou du crépuscule, soit par des lumières artificielles.

On spécifiera de quelle heure on fait usage ; cette indication est de toute nécessité pour la comparaison ultérieure des observations.

Dans la colonne intitulée « heure », on aura soin de n'indiquer que des heures *corrigées* de l'avance ou du retard de l'instrument ; cette correction, facile à faire par l'observateur lors de la transcription de ses notes, évitera bien des erreurs par la suite.

Les colonnes 3 à 6 seront remplies avec les indications tirées *après coup* de la carte.

Dans la colonne n° 7, on inscrira l'éclat par rapport aux étoiles et planètes visibles.

La vitesse sera notée : lente, rapide, très rapide, etc., dans la colonne n° 8 ; la durée serait une indication préférable.

Dans la colonne 9, on indiquera toutes les particularités observées : fluctuation d'éclat, forme de la trajectoire (curviligne, sinueuse, etc.), traînée (forme, couleur, persistance), durée de visibilité dans le cas de météores lents ; radiant probable. Si une étoile filante passe près d'une étoile brillante, d'une planète, ou entre deux étoiles connues, on notera avec soin cette particularité.

Enfin, la valeur que l'on attache à l'observation, selon les circons-

tances qui ont pu augmenter ou diminuer sa précision, sera indiquée dans la colonne « poids » par les mots *pas sûre, sûre, très sûre.*

Cartes. — La question des cartes a une importance capitale. Certains observateurs ont préconisé l'emploi des cartes en *projection centrale,* qui présente l'avantage de représenter les trajectoires des météores par de simples droites. Mais ce système a de graves inconvénients : il déforme considérablement l'aspect des constellations un peu éloignées du centre de la carte; les angles et les distances relatives sont altérés dans des proportions énormes et ne peuvent servir à repérer les points d'apparition et de disparition des météores, ce qui doit cependant toujours pouvoir se faire rapidement et sans hésitation vu le caractère fugitif de ces phénomènes.

La *projection stéréographique* qui est une *représentation conforme* de la sphère, c'est-à-dire qui conserve les angles, n'altère pas sensiblement les rapports des distances ni la forme des constellations pour des surfaces de peu d'étendue, est toute désignée pour l'étude des étoiles filantes; sa qualité essentielle doit être une grande clarté et sous ce rapport, les cartes que MM. Rudeaux et Touchet ont dressées pour la Commission ne laissent rien à désirer : l'accueil qui leur a été fait par les observateurs les plus éminents de tous les pays en témoigne. Ces cartes sont d'ailleurs une modification et un agrandissement de celles qui furent dressées par l'Association scientifique pour les observations de 1869; ces dernières représentaient la sphère céleste vue de l'extérieur; les nouvelles la représentent vue de l'intérieur, ce qui nous semble préférable.

Le seul reproche qu'on pourrait faire à ces cartes est de représenter les trajectoires d'apparences rectilignes par des arcs de cercles, ce qui peut rendre difficile la détermination des radiants. Mais nous verrons par la suite comment on a pu obvier à cet inconvénient et, qui mieux est, en tirer parti pour la simplification de toutes les questions trigonométriques que l'on peut rencontrer dans la réduction des observations.

Il est commode d'éclairer les cartes par dessous, en se servant d'une vitre inclinée, ce qui permet de régler facilement l'éclairage et de retrouver rapidement les constellations.

On donnera à la trajectoire un numéro d'ordre *placé près du point de disparition* et reproduit au bulletin d'observations ; une flèche terminant la trajectoire donnera le sens du mouvement.

Pour éviter les confusions au moment des observations, il importe d'être bien familiarisé avec la région du ciel où apparaissent les

météores ; aussi conseillons-nous l'identification préalable de la carte avec la sphère céleste. La connaissance détaillée des constellations est de la plus haute utilité pour le résultat final.

Il est à recommander de ne pas inscrire plus d'une trentaine de trajectoires au voisinage des radiants et de les tracer à l'encre rouge, autant que faire se pourra.

*Caractères physiques des Essaims.* — L'étude des caractères physiques généraux s'adresse spécialement aux observateurs isolés. On devra noter :

1° Le nombre horaire des météores et conséquemment le nombre total pour la durée de l'observation, sans s'occuper des points d'apparitions et de disparitions.

Si un météore, par sa direction, n'appartient visiblement pas au groupe que l'on observe, on mentionnera cette particularité;

2° Le mode d'apparition des météores (on a remarqué dans certains cas, principalement pour les Perséides, que les apparitions ont lieu par petits groupes, sortes de flux à intermittences plus ou moins régulières et fréquentes);

3° L'éclat en général (faible, assez brillant, très brillant ou avec fluctuations);

4° La coloration;

5° La vitesse (lente, assez rapide, etc.);

6° Les traînées, s'il y en a (durée, forme, couleur, etc.).

PHOTOGRAPHIE DES ÉTOILES FILANTES. — La question de l'enregistrement photographique des étoiles filantes à été traitée, d'une façon complète, par M. le comte de la Baume Pluvinel dans le *Bulletin de la Société astronomique de France*, décembre 1897. Aussi nous bornerons-nous à reproduire ici les conclusions de ce savant.

L'appareil ayant servi aux expériences était muni d'un objectif de Dallemeyer, de $0^{m}08$ de diamètre et de $0^{m}30$ de foyer. Admettant, d'après des moyennes d'observations, que la vitesse des étoiles filantes soit de 45° par seconde, on arrive par deux méthodes essentiellement différentes, à cette conclusion que, pour qu'une étoile filante puisse être photographiée, il faut qu'elle présente un éclat de 15 à 18 fois plus considérable que celui d'une étoile de première grandeur!

Les météores qui présentent un tel éclat sont nécessairement très rares et l'on n'a pu, jusqu'ici, photographier les étoiles filantes d'une manière courante; les quelques résultats obtenus sont dus plutôt au hasard qu'à des observations systématiques.

Néanmoins, le Dr. W.-L. Elkin, de *Yale Observatory*, a combiné

un appareil servant à déterminer photographiquement la vitesse des météores. Cet appareil se compose d'une roue de bicyclette munie de douze secteurs opaques formant écrans et fixée devant une chambre photographique, de sorte que la rotation, qui s'effectue au taux de cinquante à soixante tours par minute, amène successivement tous les secteurs devant l'objectif. La vitesse de rotation, qui semble devoir être avantageusement augmentée dans les appareils futurs, est déterminée avec précision par un chronographe. La longueur des interruptions produites par cet obturateur sur l'image photographique d'un météore permet de déterminer sa vitesse à chaque instant si, toutefois, une image analogue a pu être obtenue dans une station voisine.

Les quelques résultats qui ont été obtenus à *Yale Observatory* montrent que la vitesse des météores, corrigée de l'effet de la résistance de l'atmosphère (ce que permet de déterminer entre autres choses les photographies) est encore en moyenne inférieure à celle qui est exigée par la théorie cométaire des étoiles filantes de Schiaparelli.

Il est de la plus haute importance que de telles études puissent devenir courantes. « Tant que l'on ne pourra photographier couramment les étoiles filantes d'un essaim, dit M. le comte de la Baume Pluvinel dans le mémoire rappelé plus haut, l'observation photographique de ces météores ne présentera pas grand intérêt, car un progrès sérieux dans nos connaissances sur les orbites des étoiles filantes ne sera réalisé que le jour où l'on pourra photographier un assez grand nombre de météores pour déterminer avec précision la position de leur centre de radiation. »

*Observation du spectre des Météores.* — Les résultats extraordinairement féconds obtenus à l'aide de l'Analyse spectrale dans les différentes branches des sciences, devaient fatalement faire naître l'idée de l'utiliser en Astronomie météorique.

Dans le but d'observer le spectre des étoiles filantes du mois de novembre 1866, M. J. Browning avait construit pour la « Commission des météores lumineux », de la *British Association for the Advancement of Science*, quatre ou cinq spectroscopes, sans lentilles et à vision binoculaire directe. Ils se composent essentiellement de deux prismes de verre dont la section, indiquée par M. le Pr. A. Herschell, est telle que la déviation du faisceau lumineux est annulée par deux réflexions totales sur les faces internes du prisme, sans annuler la dispersion chromatique des deux réfractions. Un de

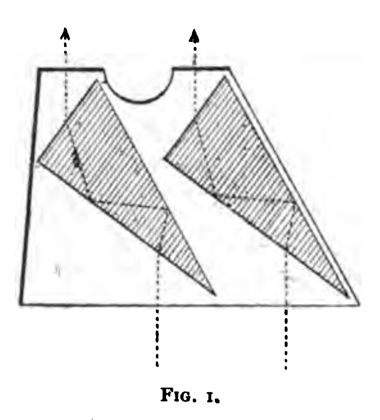


Fig. 1.

ces appareils est reproduit ici *(fig. 1)*, d'après l'ouvrage de Ed. Becquerel sur *La Lumière*. La clarté de la figure dispense de toute explication.

Mais la construction de ces prismes est délicate et, par suite, coûteuse. M. le Pr. Herschell a imaginé une autre forme de spectroscope à vision directe, bien plus facile à construire et d'un champ considérable :

Deux prismes équilatéraux de verre, de ceux qui sont employés communément à l'ornementation des lustres, sont placés côte à côte sur une planchette bien dressée *(fig. 2)*. On se rend aisément compte, par cette figure, comment la lumière, réfractée par son passage à travers le prisme antérieur, se réfléchit sur la base du prisme postérieur, de façon à être corrigée de la déviation causée par la réfringence du premier prisme : il s'ensuit que l'image d'une source lumineuse éloignée peut, après avoir subi la dispersion des prismes, être vue par vision directe dans sa direction primitive.

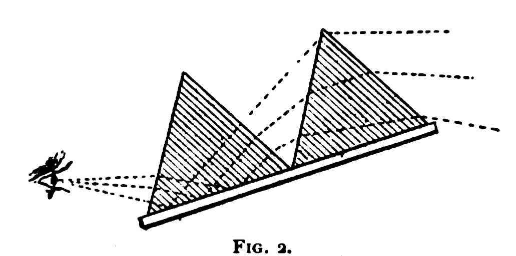


Fig. 2.

Vu la quantité de météores qui laissent derrière eux des traînées persistantes, il est permis de croire qu'un avenir fécond est réservé à ces moyens, aisément réalisables par tous les observateurs, d'observer, bien que d'une façon rudimentaire, le spectre des étoiles filantes.

*Détermination des Radiants.* — Les observations à faire dans ce but exigent une certaine précision et seront utilement abordées par ceux qui, connaissant bien le ciel, sont susceptibles de pouvoir tracer, sans hésitation, les trajectoires sur la carte. C'est surtout les extrémités de la trajectoire qui devront être notées avec précision, car ce sont les coordonnées de ces points qui figureront exclusivement dans les calculs.

Pour déterminer le radiant, il faut prolonger en arrière les trajectoires et nous avons déjà fait remarquer que, sur les cartes employées, ces trajectoires sont curvilignes. Nous avons proposé un procédé

qui permet d'atteindre simplement ce but. Ce procédé, qui a été adopté par la Commission, est basé sur la propriété fondamentale de la projection stéréographique qui, appliqué au sujet qui nous occupe, peut se formuler ainsi :

La trajectoire d'un météore, supposée rectiligne, est représentée par un arc de cercle qui rencontre le plan de la projection en deux points diamétralement opposés.

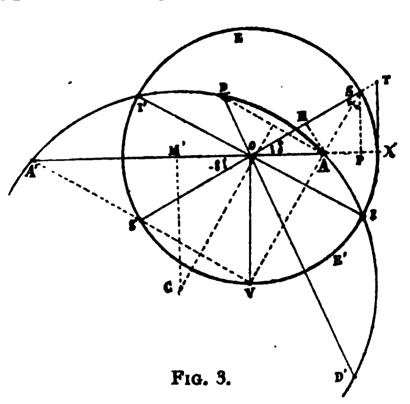


Fig. 3.

Soient (*fig. 3*) : O le centre de la carte; EE′ la trace de la sphère sur le plan de projection; H et D les projections des points d'apparition et de disparition d'un météore; sa trajectoire est représentée par l'arc de cercle $\overset{\frown}{AD}$ qui, complété, passe évidemment par les projections A′, D′ des points de la sphère diamétralement opposés aux points d'apparition et de disparition; on voit qu'il suffit de déterminer A′ ou D′ pour avoir les éléments nécessaires au tracé de la trajectoire. Proposons-nous donc de trouver A′. A cet effet, menons AO que nous prolongeons; puis la perpendiculaire OV; V est un rabattement du point de vue et la droite VA détermine en S, sur le cercle EE′, le rabattement du point de la sphère qui se projette en A; le point diamétralement opposé est alors S′ et la droite VS′ prolongée jusqu'à sa rencontre avec AO, donne le point A′. Il ne reste plus maintenant qu'à élever une perpendiculaire en M′, milieu de $\overline{AA'}$, une autre en M, milieu de $\overset{\frown}{AD}$, pour avoir le centre C de l'arc $\overset{\frown}{ADA'}$.

Bien que l'on ait choisi celui des points A ou D qui se trouvait le plus près de l'équateur, il arrivera souvent que A′ (ou D′) sera encore trop éloigné pour pouvoir être déterminé aisément. On peut alors trouver M′ d'une autre façon : soient $r$ le rayon de la sphère ($r = \overline{OX}$) et $\delta$ l'angle $\widehat{SOA}$ (dans le cas des projections sur le plan de l'équateur, comme celle de la carte que la Commission a publiée, $\delta$ n'est autre chose que la déclinaison du point se projetant en A). Si l'on projette orthogonalement A sur OS, en H, on a :

$$r = \overline{OA} \cos \delta + \overline{HS}$$

D'autre part, les triangles SAH et SAP, rectangles, l'un en H, l'autre en P, sont égaux ($\widehat{ASH} = \widehat{ASP}$); $\overline{HS}$ est égal à $\overline{SP}$, c'est-à-dire à

$$r \sin \delta$$

et la relation précédente devient :

$$r = \overline{OA} \cos \delta + r \sin \delta$$

d'où

$$\overline{OA} = r \frac{1 - \sin \delta}{\cos \delta} \qquad (1)$$

On trouverait de même

$$\overline{OA'} = r \frac{1 + \sin \delta}{\cos \delta} \qquad (2),$$

car la déclinaison de A' est $-\delta$.

On a d'un autre côté

$$\overline{OM'} = \frac{\overline{OA'} - \overline{OA}}{2}$$

ce qui donne, en remplaçant $\overline{OA}$ et $\overline{OA'}$ par leurs valeurs (1) et (2) :

$$\overline{OM'} = r \operatorname{tang} \delta.$$

On est alors conduit à prolonger OS jusqu'à sa rencontre en T avec la perpendiculaire élevée en X sur la droite OA. $\overline{XT}$ est la longueur qui doit être portée sur le prolongement de $\overline{AO}$, ou rabattue sur cette ligne, à partir de O, selon que A est à l'intérieur ou à l'extérieur du cercle EE'.

*Remarque.* — Si l'on multiplie membre à membre les formules (1) et (2), on trouve

$$OA \times OA' = r^2$$

ce qui montre que les intersections I et I' sont sur la même droite passant par O, ainsi que nous l'avions annoncé et ce dont il était facile de se convaincre *a priori*.

Cette méthode graphique, dont la précision ne dépend que de l'habileté de l'opérateur, conduit généralement à des constructions de grandes dimensions et par suite n'est pas toujours pratiquement applicable; le cercle que l'on a finalement à tracer nécessite souvent des instruments spéciaux.

Pour remédier à ces inconvénients, la Commission a fait imprimer sur un papier transparent le graphique dont la *figure 4* donne une

idée. Il se compose d'un grand nombre de circonférences (180) passant toutes par les deux points P et P′, distants de 40 centimètres, diamètre de l'équateur de la carte dont nous avons parlé.

Soient encore A et D les projections des points d'apparition et de disparition d'une étoile filante. Fixons, au moyen d'une épingle piquée verticalement, le centre O du transparent au centre de la carte. On voit les points A et D au travers du graphique et on conçoit qu'en le faisant tourner autour de son centre — comme les circonférences sont suffisamment nombreuses et serrées — on puisse trouver une ligne telle que PADP′ qui passe à la fois par le point A et par le point D, ou tout au moins deux courbes consécutives qui comprennent entre elles ces deux points; c'est ce qui arrive, par exemple, pour la trajectoire A′D′.

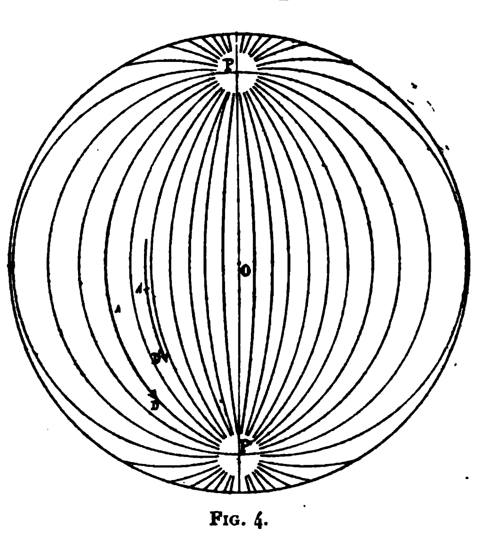



FIG. 4.

Dans le premier cas, la ligne ainsi trouvée est la trajectoire demandée puisqu'elle coupe l'équateur aux deux points P et P′ diamétralement opposés. Dans le second cas, il faut tourner le transparent jusqu'à ce que les points A′ et D′ divisent l'intervalle des courbes qui les comprennent dans des rapports égaux, comme l'indique la figure. Une circonférence moyenne, facile à imaginer entre les deux autres, sera encore la trajectoire cherchée. Pour reporter ces trajectoires sur la carte qui est au-dessous, il suffit d'immobiliser le graphique à l'aide d'un presse-papier, de glisser une feuille de papier à calquer bleu entre le graphique et la carte, le côté efficace en dessous, et de suivre sur le graphique avec une pointe mousse la courbe que l'on veut reproduire.

Ce transparent est applicable à toutes les cartes en projection stéréographique, sur l'équateur ou sur un plan quelconque, pourvu qu'elles correspondent à des sphères ayant un diamètre égal à PP′. D'ailleurs, il est constitué lui-même par le canevas d'une projection sur le méridien dont on a négligé les parallèles, afin de ne pas nuire

à la clarté des tracés. Le tracé *complet* permet, ainsi que nous l'avons montré ailleurs (*), et ce dont on se rendra aisément compte, de résoudre tous les problèmes de trigonométrie sphérique relatifs aux angles et distances.

Afin de ne pas embrouiller la carte, on ne tracera des trajectoires que ce qui est juste nécessaire pour atteindre le radiant. La partie visible (AD) sera représentée par un trait fort à l'encre rouge, avec une flèche et un numéro d'ordre à l'*extrémité D*. Ces derniers détails n'ont d'autre but que de faire ressortir davantage la convergence des lignes.

Si les météores sont suffisamment nombreux, le radiant apparaîtra comme une surface dont on pourra déterminer le centre au jugé. Ces météores seront ainsi combinés jour par jour, quelquefois heure par heure, lorsque leur nombre le permettra, et de façon à tirer le meilleur parti possible des méthodes d'observation, si rudimentaires encore dans cette branche de la science.

Si l'on est en possession d'observations réputées excellentes, on peut employer une méthode un peu plus rigoureuse :

On conçoit que, si tous les météores émanaient d'un centre unique, leurs pôles seraient situés sur un même grand cercle de la sphère céleste, lequel admettrait lui-même à son tour comme pôles le radiant et l'antiradiant de ces météores. La multiplicité des radiants, les étoiles sporadiques et surtout les erreurs d'observation, viennent troubler considérablement la netteté de ce cercle ; le problème de la détermination des radiants revient alors à placer ce grand cercle dans sa position la plus probable ; il est analogue à celui de la détermination de l'apex solaire par la méthode de Bessel.

Si l'on voulait traiter la question par le calcul, on aurait à faire un travail considérable et dont la précision serait du reste illusoire ; aussi y a-t-il avantage à réduire le nombre des pôles en les groupant par régions, comme on le fait pour les *lieux normaux des planètes*.

DÉTERMINATION DES HAUTEURS. — Ce genre de recherches exige des observations très précises, l'indication très exacte de l'heure (à la seconde près) et une entente préalable des observateurs.

On marquera avec soin les points externes de la trajectoire et sans s'occuper des particularités physiques que l'on ne mentionnera qu'accessoirement. On devra concentrer son attention sur les météores brillants et *observer une région assez éloignée du radiant.*

Les stations seront distantes de 20 à 50 kilom. ; la droite qui les

(*) *Bulletin de la Société astronomique de France*, juillet 1903.

joint sera orientée dans un azimut différent autant que possible de 90° de l'azimut moyen du radiant au cours des observations.

Dans le cas d'observations très précises, en particulier pour la discussion de clichés photographiques, on emploiera la méthode de calcul de Klinkerfues. Cette méthode a été reprise et employée par M. Schaeberlé à l'Observatoire Lick; nous l'avons exposée en détail dans le *Bulletin de la Société Astronomique de France* de juillet 1903. Mais dans la plupart des cas, le manque de précision des observations rend illusoire le déploiement d'un tel appareil mathématique, et l'on peut se contenter de calculs approchés.

D'abord, eu égard à la précision très douteuse des matériaux, la sphéricité de la terre et la différence d'altitude des stations deviennent négligeables. Tout se passe alors comme si les observateurs étaient situés en deux points $S_1$ et $S_2$ d'une plaine horizontale H, à la distance K l'un de l'autre; nous prendrons comme latitude $\lambda$ de cette plaine la moyenne des latitudes des stations.

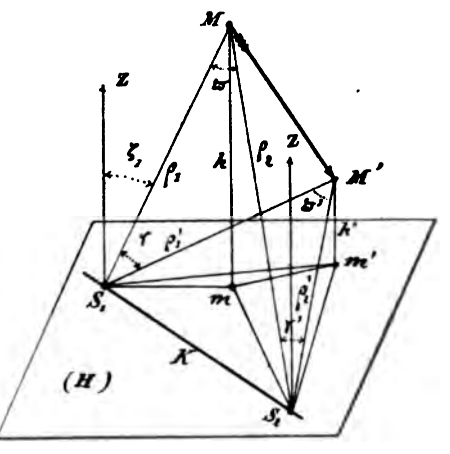


FIG. 5.

Soit MM' la trajectoire du météore (*fig. 5*); l'analogie des sinus donne, dans le triangle $MS_1 S_2$,

$$\frac{K}{\sin \varpi} = \frac{\rho_1}{\sin S_1} = \frac{\rho_2}{\sin S^2}$$

$\rho_1$ et $\rho_2$ étant respectivement les distances de M aux points $S_1$ et $S_2$, $\varpi$ est le déplacement parallactique du point M. On aura $\rho_1$ et $\rho_2$ si l'on connaît $S_1$ et $S_2$

$$\rho_1 = K \frac{\sin S_1}{\sin \varpi}; \qquad \rho_2 = K \frac{\sin S_2}{\sin \varpi}.$$

On aura de même pour le point de disparition M'

$$\rho'_1 = K \frac{\sin S'_1}{\sin \varpi'}; \qquad \rho'_2 = K \frac{\sin S_2}{\sin \varpi'},$$

les lettres accentuées étant, relativement au point M', ce que les mêmes lettres non accentuées étaient au point M.

Ayant les quantités $\rho$, on calcule la hauteur $h$ de M par l'une des formules

$$h = \rho_1 \cos \zeta_1 \qquad = \rho_2 \cos \zeta_2;$$

de même $h'$, hauteur de M' est donnée par

$$h' = \rho'_1 \cos \zeta'_1 \qquad = \rho'_2 \cos \zeta'_2,$$

$\zeta_1, \zeta'_1 ; \zeta_2, \zeta'_2$, étant les distances zénitales des points M et M', relativement aux stations $S_1$ et $S_2$ ; si je désigne par $\gamma_1$, la longueur apparente de la trajectoire, vue de $S_1$, ou par $\gamma_2$ sa longueur apparente vue de $S_2$, sa longueur réelle $l$ sera donnée par l'une quelconque des relations

$$l^2 = \rho_1^2 + \rho'^2_1 - 2\,\rho_1\,\rho'_1 \cos \gamma_1$$
$$= \rho_2^2 + \rho'^2_2 - 2\,\rho_2\,\rho'_2 \cos \gamma_2$$

Si donc on connaît les quantités $\tilde{\omega}$, $\tilde{\omega}'$; $S_1$ $S'_1$ ou $S_2$ $S'_2$ ; $\zeta_1$, $\zeta'_1$ ou $\zeta_2$, $\zeta'_2$; $\gamma_1$ ou $\gamma_2$, le problème est ramené à l'application d'une des deux séries de formules très simples que nous venons d'établir.

Soit *figure 6*, la carte en projection stéréographique sur laquelle on a porté les couples d'observations correspondantes : soient sur

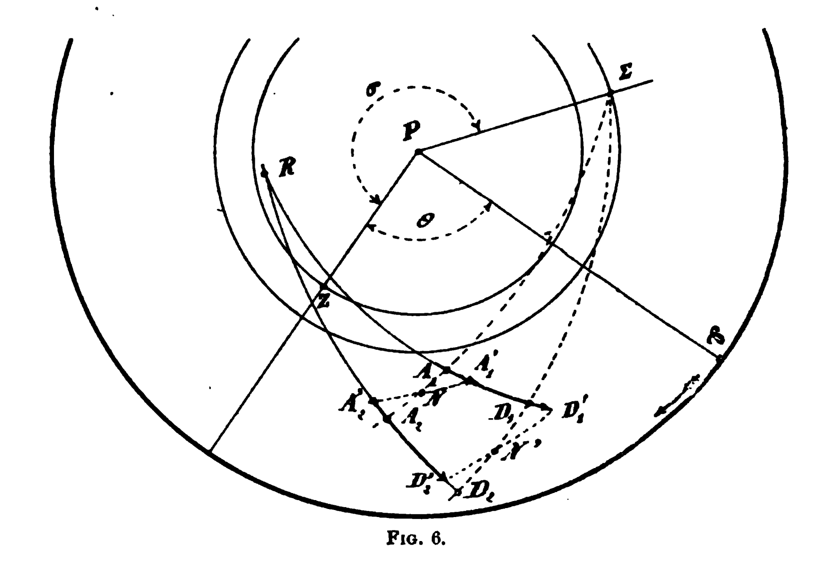



Fig. 6.

cette carte $A'_1$, $D'_1$ ; $A'_2$, $D'_2$ les points d'apparition et de disparition du météore MM', vus respectivement des stations $S_1$ et $S_2$ (les indices se correspondant). Traçons sur cette carte le cercle Z, représentant le parallèle de déclinaison $\lambda$ et le cercle $\Sigma_2$ de déclinaison $D_2$, déclinaison de la station $S_2$, vue de $S_1$.

Soit $\theta$ l'heure sidérale de l'observation. La droite P$\Theta$ détermine Z, zénith de la plaine à ce moment; menons par P une droite faisant avec P$\Theta$ un angle $\sigma$ égal à l'angle horaire de la station $S_2$ mesuré de

$S_1$, le point $\Sigma$ ainsi trouvé est la projection sur le ciel de cette station $S_2$ vue de $S_1$.

Il faut d'abord rendre les observations compatibles; à l'aide du graphique complet dont j'ai parlé, je détermine les points N et N′, milieux sphériques de $\widehat{A'_1 A'_2}$ et de $\widehat{D'_1 D'_2}$; le même graphique permet de tracer les arcs de cercles $\Sigma_2$N et $\Sigma$N′; je prolonge les trajectoires par le même procédé et les quatre points $A_1$ $A_2$, $D_1$ $D_2$ sont les couples de points *compatibles*, qui auraient été *probablement observés*, si les observations avaient été précises.

Si les distances $A'_1$ $A_1$, $D'_1$ $D_1$, etc., sont trop grandes, on rejettera les observations comme par trop défectueuses.

L'observation étant ainsi préparée, il ne reste plus qu'à mesurer au graphique les quantités nécessaires :

$$\varpi \text{ est la distance } \widehat{A_1 A_2};\ \varpi' \text{ la distance } \widehat{D_1 D_2};$$

$$S_1 \text{ est la distance } \widehat{\Sigma A_1};\ S'_1 = \widehat{\Sigma D_1};$$

ensuite

$$\zeta_1 = \widehat{ZA_1}, \qquad \zeta'_1 = \widehat{ZD_1};\ \text{etc.}$$

enfin

$$\gamma_1 = \widehat{A_1 D_1} \qquad \gamma_2 = \widehat{A_2 D_2}.$$

En résumé. l'ordre des opérations est le suivant :

1° Reporter les couples de trajectoires sur une même carte;

2° Placer les points Z et $\Sigma$. (On choisit comme station $S_2$, celle qui donne un point $\Sigma$ situé dans les limites de la carte, il est clair que pour la station $S_1$, le point $\Sigma$ correspondant est diamétralement opposé au premier; dans le cas des cartes de la Commission des Étoiles filantes, la station $S_2$ est la plus boréale du couple).

Avec le graphique :

3° Prolonger un peu les trajectoires de part et d'autres de leurs extrémités ;

4° Déterminer N et N′ ;

5° Le méridien convenable du graphique étant placé selon $\Sigma$N, lire la longueur des arcs $S_1 = \widehat{\Sigma A_1}$, $\varpi = A_1 A_2$;

6° Même opération pour l'arc de grand cercle $\Sigma$N′;

7° Relever encore $\gamma_1 = \widehat{A_1 D_1}$ ou $\gamma_2 = \widehat{A_2 D_2}$;

8° Mesurer enfin $\zeta_1 = \widehat{ZA_1}$ et $\zeta'_1 = \widehat{ZD_1}$.

Il ne reste plus qu'à appliquer les formules.

Observations des Perséides. — La Commission ne s'en est pas tenue à indiquer les méthodes d'observation; elle ne l'a fait qu'après

les avoir expérimentées par elle-même. Dans ce but, les étoiles filantes du mois d'août (Perséides) ont été systématiquement observées aux différents points de vue que nous avons indiqués plus haut, d'abord en 1901, sous la direction de M. Camille Flammarion, par MM. Antoniadi, Blum, Senouque, Touchet et Chrétien, membres de la Commission.

MM. Antoniadi, Senouque et Touchet observèrent à l'observatoire de Juvisy (Seine-et-Oise); MM. Blum et Chrétien à la station auxiliaire de la Croix-de-Berny, à Antony (Seine).

Pendant les nuits des 11-12, 12-13, 13-14 août, 283 trajectoires furent enregistrées dans les deux stations; la *figure 7* représente la

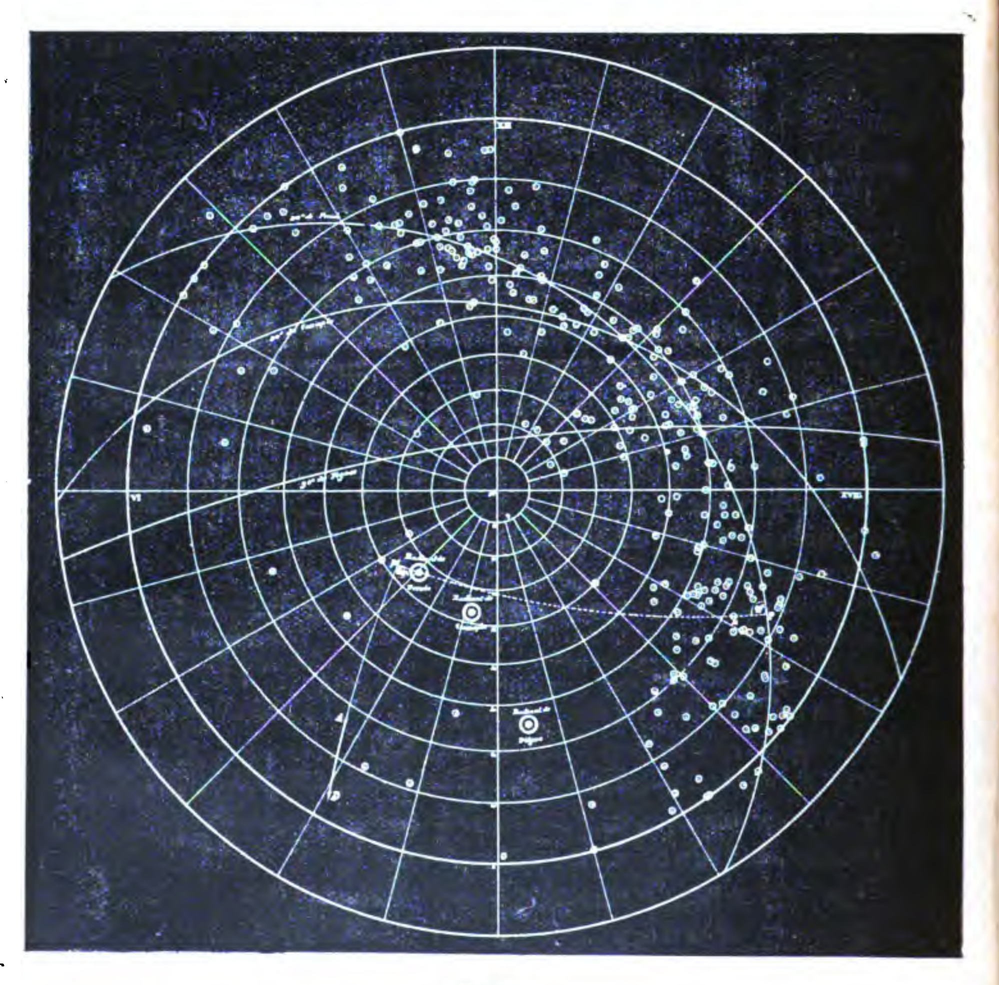



Fig. 7.

distribution sur la sphère céleste des pôles de ces trajectoires, ainsi que la position des trois centres principaux d'émanation, desquels semblaient provenir la majeure partie des météores observés ; ce sont :

1° Le radiant de Perséides, le plus actif des trois et qui avait pour coordonnées, le 12 août :

$$Æ = 47^\circ \qquad D = +54^\circ;$$

2° Un radiant dans Cassiopée dont la position était

$$Æ = 12^\circ \qquad D = +55^\circ$$

3° Enfin, un radiant dans Pégase, le moins actif des trois (16 météores) ; ses coordonnées étaient approximativement

$$Æ = 352^\circ \qquad D = +15^\circ.$$

Pour ce qui est du nombre horaire des météores, voici quelques chiffres relevés à Juvisy dans la nuit du 12 août :

| | |
|---|---|
| De 0 à 1 h. | 117 |
| 1 à 2 h. | 35 |
| 2 à 3 h. | 28 |
| 3 à 3 h. 1/2. | 23 |

C'est donc dans la première partie de la nuit que les météores sont le plus nombreux ; ils sont aussi plus brillants ; mais il faut se garder de donner à ce résultat plus d'importance qu'il n'en a, attendu que ces observateurs se sont plutôt attachés à enregistrer les trajectoires bien observées qu'à dénombrer les apparitions de météores. Néanmoins, le nombre horaire moyen des trajectoires enregistrées a atteint son maximum dans la nuit du 12 au 13 août, ce qui semble indiquer que c'est à ce moment que se place le maximum d'activité du radiant des Perséides. Cette date est, on le voit, assez éloignée de celle ordinairement indiquée par les annuaires (9-10 août) et a besoin d'être confirmée par les observations futures.

La détermination des hauteurs des étoiles filantes résulte de la comparaison des observations faites à Juvisy avec celles effectuées dans ce but à la Croix-de-Berny. Voici les positions respectives des stations :

| | | |
|---|---|---|
| Observatoire de Juvisy. — | Longitude | 0° 2′ 0″ E. |
| | Latitude | 48° 41′ 37″ N. |
| La Croix de Berny. — | Longitude | 0° 1′ 43″ O. |
| | Latitude | 48° 45′ 52″ N. |

Elles sont situées de part et d'autre du méridien de Paris et à peu près à la même distance; c'est l'heure de ce méridien qui fut donc adoptée pour la réduction des observations. La distance des stations est de 9 kil. 200; l'azimut de la station d'Antony est, par rapport à Juvisy, de + 149°30'.



FIG. 8. — Trajectoires observées en double à l'observatoire de Juvisy et à la station d'Antony (Croix-de-Berny).

Le nombre des météores enregistrés en double est de 21, déduits de 59 trajectoires de Juvisy contre 44 qui furent notées pendant la même période à Antony. Sur ces 21 météores, 8 ont finalement présenté les garanties suffisantes pour être soumis au calcul. C'est donc 16 pour cent des météores observés qui ont pu être sûrement identifiés; ce résultat remarquable est dû à la proximité des stations et à la convention qui fut faite au préalable de porter l'attention principalement vers le zénith. La *figure 8* représente les 16 trajectoires apparentes, groupées deux par deux sur une même carte, de façon à mettre en évidence les effets de parallaxe. Les traits pleins représentent les trajectoires de Juvisy; les pointillés, celles d'Antony; les lettres se correspondent.

Voici, d'ailleurs, les coordonnées locales des points d'apparition et de disparition de ces météores; les azimuts, réduits à la ligne des stations, c'est-à-dire augmentés de 30°30′, sont désignés par $a_1$, $a_2$, $a_3$, $a_4$; les hauteurs angulaires par $h_1$, $h_2$, $h_3$, $h_4$, les indices 1 et 2 correspondent à Juvisy; 3 et 4 à Antony; les chiffres impairs se rapportent aux points d'apparition, les indices pairs aux points de disparition.

| Météores | $a_1$ | $h_1$ | $a_2$ | $h_2$ | $a_3$ | $h_3$ | $a_4$ | $h_4$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| B | — 90° 23′ | 46° 16′ | — 86° 35′ | 40° 57′ | — 78° 28′ | 49° 57′ | — 71° 56′ | 40° 13′ |
| F | —150 17 | 35 34 | —156 41 | 29 58 | —135 8 | 51 51 | —145 19 | 43 28 |
| G | — 84 19 | 60 55 | — 76 48 | 65 57 | — 79 55 | 58 20 | — 70 46 | 60 58 |
| H | —107 56 | 64 21 | —137 26 | 48 16 | —111 39 | 60 55 | —118 20 | 52 4 |
| I | + 25 46 | 67 44 | + 40 59 | 56 23 | + 22 20 | 62 51 | + 25 17 | 52 12 |
| J | — 24 34 | 39 12 | — 9 6 | 30 47 | — 20 36 | 35 35 | — 8 53 | 25 4 |
| K | — 21 15 | 37 53 | — 11 57 | 32 56 | — 15 9 | 33 14 | — 8 43 | 26 31 |
| L | + 20 5 | 63 31 | — 19 1 | 62 8 | + 29 36 | 59 34 | — 9 55 | 57 37 |

Le tableau suivant renferme les résultats de la discussion des éléments des huit météores considérés.

| Météores | Hauteur à l'apparition | Hauteur à la disparition | Longueur de la trajectoire |
|---|---|---|---|
| B | 38 kil. | 29 kil. | 9 kil. 800 |
| F | 15 — | 13 — | 2 — 250 |
| G | 107 — | 68 — | 48 — |
| H | 96 — | 22 — | 81 — |
| I | 119 — | 86 — | 40 — |
| J | 75 — | 14 — | 84 — |
| K | 92 — | 23 — | 95 — |
| L | 30 — | 21 — | 11 — |

On voit que l'étoile filante la plus basse est apparue à 15 kil. de hauteur; la plus élevée à 119 kil.

Il était important de pouvoir se faire une idée suffisamment nette de la précision que comporte ce genre d'observations et, dans ce but, l'emploi d'une troisième station de vérification était tout indiqué.

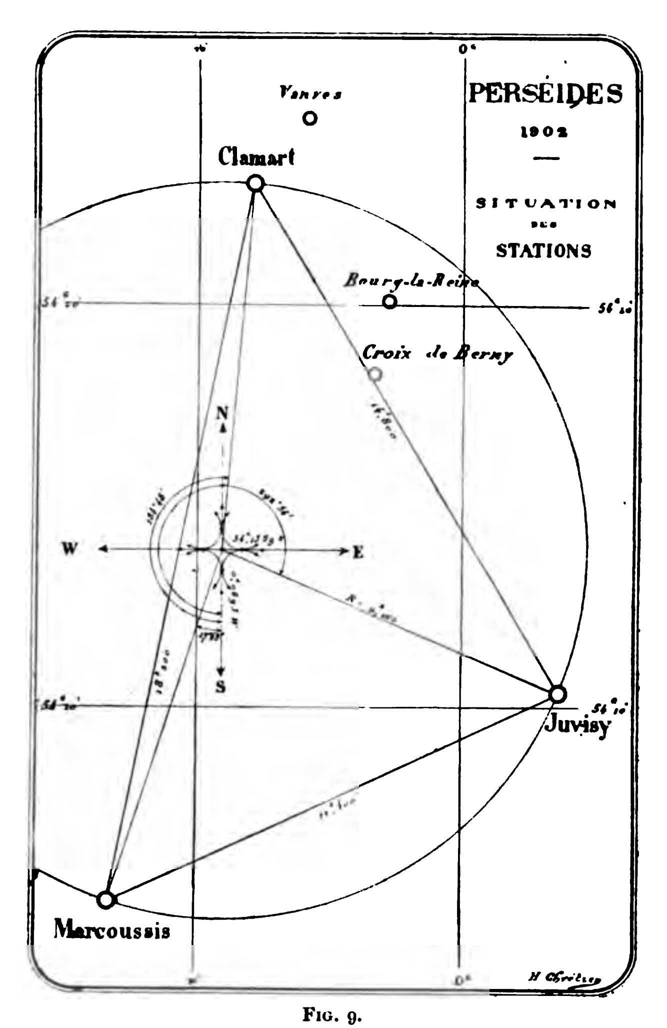



Fig. 9.

En 1902, la Commission a repris ses études pratiques sous la direction de MM. le comte de la Baume Pluvinel et Camille Flammarion. Voici la nomenclature des stations et la distribution des observateurs qui y étaient respectivement attachés :

A) Observatoire de Juvisy : MM. A. Benoît; A. Kannapell et H. Chrétien;

B) Château de Marcoussis (S.-et-O.) : MM. G. Blum et A. Senouque;

C) Station de Clamart (S.) : MM. A. Jarson et Em. Touchet.

La *figure 9* donne la position de ces stations; soixante météores y ont été enregistrés en double et seize en triple. Signalons aussi, en passant, les curieuses observations de météores nébuleux faites dans la nuit du 11 août, simultanément à Juvisy et à Clamart, et qui établissent d'une façon indubitable la réalité de ce phénomène déjà signalé précédemment.

La discussion de cette importante moisson n'est pas encore terminée; elle promet d'intéressants résultats et nous nous ferons un devoir d'en tenir au courant l'Association française pour l'Avancement des Sciences.

---


# M. H. CHRÉTIEN

Observatoire Farman, à Chevreuse (Seine-et-Oise)


## LA QUADRATURE MÉCANIQUE DES TACHES SOLAIRES

[523.72:513.18]

— *Séance du 8 août* —

La relation très étroite qui existe entre les modifications de la surface du soleil et les traits généraux de la Météorologie terrestre fait prendre une importance de plus en plus considérable à la statistique des taches solaires et à la détermination de leur étendue.

Aussi beaucoup d'observatoires ont-ils organisé un service journalier d'héliophotographie; les épreuves obtenues sont mesurées et l'aire des taches se déduit de ces mesures au moyen de formules de corrections ayant pour but de tenir compte de la déformation causée par la perspective. Lorsque la tache considérée présente une grande étendue dans le sens du rayon du disque solaire, on la divise en zones concentriques qui reçoivent séparément leur correction. Il y a là un travail long, pénible et minutieux, surtout si l'on veut obtenir quelque précision et seuls les observatoires qui ont les ressources suffisantes pour entretenir un bureau de calculateurs peuvent se

livrer avec fruit à ce genre de recherches. Il y a donc un réel intérêt à chercher des méthodes de réduction à la fois plus expéditives et au moins aussi précises, et dans cet ordre d'idée je signalerai celle proposée par M. Ém. Touchet à une séance mensuelle de la Société Astronomique de France (*).

J'ai pensé, de mon côté, qu'on pourrait peut-être employer avec avantage les appareils connus sous les noms de *planimètres* et *d'intégrateurs* et qui sont d'un usage courant dans les bureaux d'ingénieurs où ils rendent de très grands services. Pour que ces appareils soient réellement avantageux dans le cas qui nous intéresse, il faut trouver un appareil effectuant automatiquement la correction de perspective. Je me suis donc proposé de résoudre le problème suivant :

Une tache solaire étant donnée par sa projection orthographique, effectuer sur la projection de son contour (C) une transformation algébrique par rayons vecteurs d'où se déduise un contour plan (Γ) ayant même aire que la surface sphérique occupée par la tache.

Cet énoncé, on le voit, contient des conditions, non nécessaires d'ailleurs, qui particularisent nettement la solution.

L'aire sphérique qui se projette dans le contour (C) est donnée en coordonnées polaires par l'intégrale double

$$(1)\qquad S = \iint \frac{r}{\cos\gamma}\, dr\, d\theta = \iint \frac{R}{\sqrt{R^2 - r^2}}\, r\, dr\, d\theta,$$

R étant le rayon de la sphère, $r$ et $\theta$ les coordonnées d'un point quelconque de la tache. Remarquons que l'on a

$$\frac{r\, dr}{\sqrt{R^2 - r^2}} = d\,(k - \sqrt{R^2 - r^2});$$

il vient alors par l'application d'un théorème célèbre de Green

$$S = R \int_{(c)} (k - \sqrt{R^2 - r^2})\, d\theta,$$

le second membre étant l'intégrale curviligne prise le long du contour (C) de la projection de la tache. La constante $k$ peut être laissée arbitraire tant que le contour ne renferme pas l'origine, mais pour n'avoir pas à distinguer les cas, nous la déterminerons par la condi-

(*) *Bulletin de la Société Astronomique de France*, juin 1903.

tion que l'intégrale se réduise à $2\pi R^2$, lorsque le contour (C) se réduit lui-même à l'intersection de la sphère et du plan de projection ; on trouve alors $k = R$ et il vient finalement

$$S = R \int_{(c)} (R - \sqrt{R^2 - r^2})\, d\theta. \qquad (2)$$

Nous posons maintenant

$$\frac{1}{2}\rho^2 = R\,(R - \sqrt{R^2 - r^2}), \qquad (3)$$

il viendra

$$S = \frac{1}{2} \int_{(\Gamma)} \rho^2\, d\theta,$$

cette fois, l'intégration étant effectuée le long d'un contour ($\Gamma$) qui se déduit du contour (C) au moyen de la transformation algébrique par rayons vecteurs définie par la formule (3). C'est la solution demandée.

On aurait pu considérer le contour (C) comme se rapportant à l'hémisphère situé au-dessous du plan des $xy$; dans ce cas la formule (3) deviendrait

$$\frac{1}{2}\rho^2 = R\,(R + \sqrt{R^2 - r^2}),$$

car la surface est alors vue par sa *face négative*.

L'interprétation géométrique est facile ; soient : P, le point de la sph're qui se projette au centre de la projection orthographique ; M, celui qui se projette en $m$ sur le plan des $xy$ à la distance $r$ du centre ;

P' le point de la sphère diamétralement opposé à P ;

H, le point de PP' qui a même cote que M.

Le triangle rectangle PMP' donne

$$\overline{PM}^2 = 2R \times \overline{PH};$$

mais

$$\overline{PH} = R - \overline{OH} = R - \sqrt{R^2 - r^2},$$

d'où

$$\overline{PM}^2 = 2R\,(R - \sqrt{R^2 - r^2});$$

ce qui montre que la longueur $\rho$ est tout simplement la distance du point considéré au pôle P.

Le mode de représentation de la sphère ainsi défini où les parallèles sont représentés par des cercles de rayon égal à leur distance

rectiligne au pôle, et les méridiens par les rayons de ces cercles, est connu sous le nom de *projection de Lorgna;* il n'est pas le seul qui jouisse de la curieuse propriété de conserver les aires, mais c'est un des plus simples (*).

Il s'agit de trouver un appareil effectuant automatiquement la transformation de (C) en (Γ); il existe une infinité de solutions de cette question; j'en indiquerai une qui consiste en un système exclusivement articulé. Posons

$$r = R \sin \varphi;$$

il vient

$$\rho = 2 R \sin \frac{\varphi}{2}.$$

Ainsi, notre problème est intimement lié à celui de la bissection mécanique de l'angle dont la solution est donnée par les *réverseurs* de Kempe (**).

Il suffit, dès lors, de fixer le point de l'appareil décrivant (Γ) au style d'un planimètre d'Amsler, par exemple, et de contourner les taches de la photographie solaire à mesurer pour avoir immédiatement sur un index la valeur de la surface sphérique tachée. On peut contourner plusieurs fois chaque tache et augmenter ainsi la précision par le jeu des moyennes. L'emploi auxiliaire d'un pantographe permettra d'adapter l'appareil à des disques solaires de rayons R quelconques.

---

## M. Ém. TOUCHET

Secrétaire adjoint de la Société Astronomique de France, à Paris

### PHOTOMÉTRIE ASTRONOMIQUE [535.24:520]

— *Séance du 8 août* —

Il y a quelques années, en 1897, j'avais, en collaboration avec M. Quénisset, obtenu, au sommet de la tour Eiffel, des photographies de la lueur crépusculaire, à minuit, au moment du solstice

(*) Voir HERMANN LAURENT, *Traité d'analyse,* tome VII.

(**) Voir sur ces appareils et les systèmes articulés les *Leçons de Cinématique professées à la Sorbonne,* par M. G. KOENIGS.

d'été. On sait, en effet, qu'à cette époque de l'année, la nuit n'est pas complète, le soleil ne descendant pas à 18 degrés sous l'horizon.

En présentant ces photographies à la Société astronomique de France, le 5 janvier 1898, M. A. Cornu, membre de l'Institut, le très regretté président de l'Association française pour l'Avancement des Sciences, avait fait ressortir l'intérêt qu'il y aurait à effectuer des mesures photométriques de la lueur crépusculaire, afin d'étudier la distribution de l'éclairement dans ce phénomène et d'en déduire la forme des courbes isophotiques de la lueur.

Fig. 1.

En raison de la faiblesse des éclats à comparer, je n'ai pu trouver, dans les photomètres existants, un appareil permettant la solution de cette question; la plupart des photomètres interposent, en effet, entre l'œil et la lueur à mesurer, des milieux absorbant la lumière déjà trop faible.

Fig. 2.

Frappé de ce fait que, vu dans un tube noirci, le ciel même le plus sombre se détache en un rond lumineux sur un fond noir, j'ai utilisé cette remarque dans le photomètre que je propose et dans lequel il n'y a aucun objet (écran, lentilles, etc.) interposé entre l'œil et la surface lumineuse à évaluer.

Fig. 3.
Photomètre à vision directe pour l'étude des intensités lumineuses faibles.

L'appareil se compose essentiellement d'un tube noirci intérieurement AB (*fig. 3*), ouvert en A d'un œilleton permettant de voir à l'intérieur du tube. En B, le tube est fermé à moitié par un écran,

*blanc* intérieurement et en forme de demi-cercle. Le champ est ainsi partagé en deux parties : un demi-cercle à travers lequel on voit la surface à étudier et un demi-cercle blanc, mais qui paraîtra noir tant qu'il ne sera pas éclairé.

La méthode consiste à éclairer d'une manière déterminée cet écran en lui donnant un éclat égal à celui de la surface à étudier.

A cet effet est, en L, une lampe étalon, convenablement abritée, dont la lumière est réfléchie vers l'écran B par le miroir *m*.

Dans un premier appareil, la source de lumière utilisée était une lampe à acétate d'amyle dont la flamme avait une hauteur constante. On découpait dans la flamme, par un diaphragme, un rectangle de hauteur fixe et de base variable. La variation de cette base était produite par une fente de spectroscope dont la vis portait un tambour divisé.

Mais l'augmentation rapide de l'éclat dès l'ouverture de la fente et, en outre, la production de phénomènes de diffraction lorsque celle-ci est étroite, m'a fait préférer l'emploi d'un écran diffuseur dans le genre de ceux utilisés dans le photomètre de M. Mascart. On emploie toujours un diaphragme rectangulaire variable ou un « œil de chat » comme dans le photomètre de M. Cornu. Une fente spéciale permet l'introduction de verres colorés pour donner à l'écran B la même teinte que la lueur à étudier.

La lampe est fixe et sa lumière parvient au miroir *m* par l'axe de rotation de l'appareil qui est disposé à la manière d'un théodolite, avec cercles d'azimut et de hauteur.

Nous insistons, en outre, sur ce fait, que l'appareil, étant bien construit et pouvant permettre l'adjonction d'un objectif à la place de l'écran B, et d'oculaires, pourrait être employé dans une certaine mesure, comme un théodolite. Il pourrait également servir à la photométrie des sources lumineuses faibles suivant la méthode employée par M. Henry, dans laquelle on mesure le diamètre du cercle de diffusion d'une étoile ou d'une source terrestre faible, au moment où, par la variation de la mise au foyer, ce cercle cesse d'être visible à cause de l'étalement de la lumière. Comme il est difficile d'apprécier le diamètre d'un cercle qui cesse d'être visible, il est préférable de remplacer la mesure de ce diamètre par celle de la longueur de la lunette (*). Le tube de l'oculaire portera donc une échelle divisée et l'observation consistera à noter la division de

(*) Ce procédé a été employé avec succès par M. G. Blum, à l'Observatoire de la Société astronomique de France, pour la photométrie de l'éclipse de lune du 11-12 avril 1903.

l'échelle pour laquelle le cercle de diffusion d'une source lumineuse faible cesse d'être visible. On pourrait même, pour la photométrie stellaire, adopter une division correspondant à la disparition des cercles de diffusion d'étoiles de grandeurs déterminées, c'est-à-dire qu'on lirait immédiatement la grandeur de l'étoile observée.

Il nous est impossible, dans le cadre de cette note, d'entrer dans de plus amples détails sur la description de cet appareil, que l'on pourra étalonner de diverses façons, en particulier en éclairant une surface blanche avec une source de lumière et en faisant varier la distance de cette source. On pourra ainsi noter, sur le tambour de l'écran, des valeurs correspondant à des éclairements déterminés.

Comme ce qui importe dans certaines mesures comme le crépuscule est la connaissance de la distribution de la lumière, c'est-à-dire la mesure de ses valeurs relatives, l'appareil se prête particulièrement à cette détermination, une même position de la vis correspondant alors à un même éclairement, en supposant la flamme constante.

Au cours d'expériences faites en juin dernier, au sommet de la Tour Eiffel, en collaboration avec M. A. Senouque, nous avons employé un modèle de ce photomètre pour l'étude de la lueur crépusculaire. Nous avons pu constater le fonctionnement très pratique de l'appareil et la rapidité des mesures, condition indispensable pour l'étude d'un tel phénomène où les mesures doivent être très nombreuses et faites en un temps très court. Nous avons pris soin, lors de ces expériences, de rapporter très souvent l'éclat de l'écran à celui d'une surface éclairée par une source constante afin d'éliminer la variation possible de la flamme au cours des expériences.

En résumé, le photomètre que j'ai établi, et qui m'a déjà fourni des résultats intéressants, semble pouvoir donner des indications utiles dans de nombreuses circonstances. Établi spécialement pour la photométrie de la lueur crépusculaire, il convient également bien pour l'étude de la lumière zodiacale, du gegenschein, de l'aurore boréale, etc. Modifié légèrement, il pourra être employé comme théodolite et, en outre, servir à la photométrie stellaire. Il pourra aussi servir à la comparaison des sources terrestres par les éclairements qu'elles produisent.

Il m'est impossible de fournir, pour cette année, les résultats complets des expériences de la tour Eiffel. Elles ont été en partie contrariées par le mauvais temps et surtout par un vent très violent qui a soufflé pendant plusieurs jours au sommet de la Tour au moment du solstice d'été. J'espère pouvoir revenir sur cette

question dans un prochain Congrès, et d'autant plus que je pense pouvoir perfectionner d'ici peu le premier appareil que j'ai construit.

---

## M. L.-F.-J. GARDÉS

Notaire honoraire, à Montauban

---

### CALENDRIER PERPÉTUEL [529.5]

---

*— Séance du 8 août —*

J'ai donné au Congrès de Montauban, pour le calcul de la date de Pâques, une formule en fonction de deux éléments du comput : l'épacte et la lettre dominicale.

J'ai pensé qu'il serait possible d'établir un calendrier permettant de trouver sans calcul tous les éléments du calendrier lunaire, comme il en existe pour le calendrier solaire. Après divers essais, je suis parvenu à un résultat qu'il me paraît impossible de dépasser au point de vue de la facilité des recherches.

Au calendrier lunaire j'ai joint un calendrier solaire, de façon à présenter un calendrier perpétuel complet. (Voir la Planche I qui contient toutes les indications nécessaires pour l'usage du calendrier.)

Pour se servir de ce calendrier, il faut le monter, c'est-à-dire, rendre mobile autour de son centre la rondelle limitée par une circonférence rouge. A cet effet, on découpe dans chaque cadran (*fig. 1 et fig. 2*), en suivant cette circonférence, une rondelle et on découpe aussi les petites rondelles (*fig. 1 bis et fig. 2 bis*), et il suffit ensuite de fermer le trou du cadre et de fixer en son centre, par leur centre, les deux rondelles obtenues, au moyen d'un fil à nœuds (ou d'un clou) qui sert de pivot.

Les grandes rondelles ne doivent tourner que pour passer du calendrier Julien au Grégorien et parfois dans ce dernier, lorsqu'on change de siècle. En dehors de ces cas, les petites rondelles seules doivent être mises en place chaque mois pour donner, l'une le calendrier de tout le mois et l'autre l'âge de la lune à chacun des jours de ce mois.

# M. A. SENOUQUE

## SUR L'ENREGISTREMENT PHOTOGRAPHIQUE DU ROULIS ET DU TANGAGE DES NAVIRES

— *Séance du 8 août* —

Il est intéressant de connaître avec une précision assez grande les mouvements que la mer imprime aux vaisseaux pendant le cours d'une traversée. Plusieurs méthodes peuvent être employées pour connaître ces mouvements; j'ai pensé que la photographie pourrait être utilisée avantageusement.

L'emploi de la photographie dans ces expériences ne demande aucune installation spéciale. Il suffit, en effet, de fixer solidement, sur le pont du bateau, un appareil photographique dirigé sur un astre quelconque, ou sur un phare si l'on se trouve en vue de terre. En laissant l'appareil ouvert pendant quelque temps, l'objet lumineux visé produit sur la plaque photographique une traînée plus ou moins sinueuse qui représente fidèlement les mouvements du bateau par rapport à une direction fixe dans l'espace.

Le voyage de la Mission astronomique, organisée par M. de la Baume Pluvinel pour l'observation de l'éclipse totale de Soleil du 18 mai 1901 à Sumatra, m'a donné l'occasion de faire quelques expériences qui ne présentent peut-être pas toute la précision désirable, mais qui, je l'espère, intéresseront le Congrès.

J'ai employé l'appareil photographique qui me servait à prendre des vues pendant le voyage. L'objectif, de $25^{mm}$ d'ouverture, a un foyer de $130^{mm}$. J'ai dirigé cet instrument sur la Lune. J'ai employé des plaques Lumière, étiquette bleue, enduites d'un antihalo au collodion coloré par de l'azotate de rosaniline.

La plus belle épreuve obtenue, celle qui accompagne la présente note, a été prise le 24 avril 1901, à bord du « Mérapi », dans l'Océan Indien. L'appareil est resté ouvert pendant une minute. On voit très bien sur l'épreuve la traînée sinueuse laissée par la lune pendant la pose. En faisant quelques mesures sur ce cliché, on constate que le tangage, très faible, ne dépasse pas 2°42'. Au contraire, le roulis est beaucoup plus prononcé, son amplitude est de 6°45'. Un millimètre mesuré sur le cliché vaut 27' d'arc.



Enregistrement du roulis et du tangage

Il serait préférable de diriger la chambre photographique sur une étoile brillante. La trajectoire enregistrée se réduirait alors à une ligne sinueuse très fine, susceptible de supporter des mesures beaucoup plus précises que les larges bandes données par la lune dans les expériences citées plus haut. De plus, l'intensité plus oû moins grande de la trajectoire de l'étoile pourrait donner des renseignements intéressants sur la vitesse des mouvements enregistrés.

---

## M. QUÉNISSET

Membre de la Société astronomique de France

### PHOTOGRAPHIE DE LA LUMIÈRE ZODIACALE [523.59:78.83]

*— Séance du 8 août —*

Jusqu'ici les essais de photographie de la Lumière Zodiacale ont été peu nombreux. C'est un sujet, en effet, assez difficile et les objectifs les plus lumineux n'ont encore donné que de bien vagues phototypes. Signalons cependant les très belles photographies de cette lueur obtenues en 1899 et 1901 à l'observatoire Lowell à Flagstaff (Arizona) aux États-Unis, par MM. A.-E. Douglass et W.-A. Cosghall. Ces astronomes ont employé un objectif de 23 millimètres de diamètre et $45^{mm},7$ de distance focale. L'atmosphère très pure de l'Arizona a été certainement un important facteur de réussite.

Encouragé par des essais effectués en 1898 et 1899, j'ai entrepris pendant les mois de janvier, février, mars et avril 1903, à mon observatoire de Nanterre, près Paris, toute une série de recherches dont j'ai l'honneur de présenter un court résumé à l'*Association française pour l'Avancement des Sciences*.

J'ai employé plusieurs sortes d'objectifs extra-lumineux, mais c'est celui constitué par les deux lentilles plan-convexe d'un condensateur de lanterne de projection qui m'a donné les meilleurs phototypes. Il a un diamètre de $0^{m},100$ et une distance focale de $0^{m},075$ seulement. Comme un objectif qui a de tels éléments optiques doit donner forcément pas mal d'aberrations, on a réduit son diamètre en le diaphragmant, à 5 centimètres. Les images sont meilleures

qu'on serait tenté de le croire au premier abord et nous nous sommes assuré, d'ailleurs, par des mesures prises directement sur les phototypes obtenus par ce procédé, que les déformations sont insignifiantes pour les sujets que l'on pourra photographier au moyen de ces sortes d'objectifs. Nous les recommanderons tout spécialement pour la photographie des étoiles filantes et des aurores polaires.

J'ai fait cette année un assez grand nombre de photographies de la lumière zodiacale. Celle que j'ai l'honneur de présenter à l'Association Française a été obtenue le 26 février 1903 de $19^h40^m$ à $19^h48^m$.




Photographie de la Lumière Zodiacale le 26 février 1903 de $19^h40^m$ à $19^h48^m$.
Objectif de $\alpha = 0^m,100$ (diaphragmée à 0,05), $f = 0^m,075$. (Observatoire de Nanterre.)

Cette épreuve montre bien l'allongement de la lueur dans le sens de l'écliptique. Une bande nuageuse cache la partie inférieure de la lumière zodiacale. On remarquera facilement les étoiles suivantes : $\alpha$, $\beta$, $\gamma$ du Bélier; $\eta$, $\chi$, $\varphi$, $\pi$, $o$ des Poissons; $\zeta$ de la Baleine et d'autres étoiles, moins importantes, de ces constellations.

## M. QUÉNISSET

Membre de la Société Astronomique de France

### PHOTOGRAPHIES DE LA COMÈTE BORRELLY 1903 C.

[523.61:77.83]

— *Séance du 8 août* —

A notre Observatoire de Nanterre, nous avons pris un certain nombre de photographies de cette belle comète, à l'aide d'un objectif à portraits de 0m075 de diamètre et 0m300 de distance focale. Voici celles qui présentent les particularités les plus intéressantes.

Le 14 juillet 1903, nous avons pu obtenir deux phototypes : l'un de 21 h. 45 m. à 22 h. 15 m., l'autre de 22 h. 30 m. à 22 h. 52 m. Ils ont été combinés de façon à fournir une image stéréoscopique. Si on examine les deux épreuves dans un stéréoscope, on voit la comète suspendue librement dans l'espace, les étoiles environnantes paraissant situées bien loin par derrière et formant le fond du tableau. Des photographies stéréoscopiques de comètes ont déjà été obtenues par M. Max Wolf, le savant directeur de l'Observatoire de Heidelberg, pour la comète Perrine (1902 b) et par nous-même pour la comète Swift (1899 a). Ces sortes de photographies sont appelées, selon nous, à donner des renseignements intéressants dans le cas de comètes à queues irrégulières et à fournir des indications utiles sur le mouvement de rotation de ces astres.

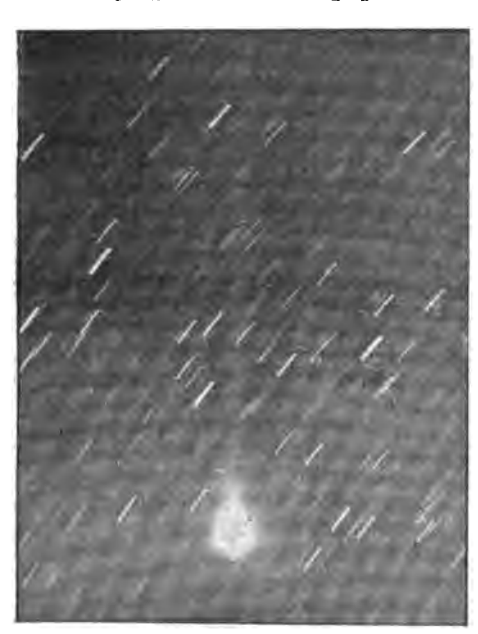


FIG. 1. — Le 18-19 juillet 1903 de 23h44m à 0h50m.

Les phototypes du 14 juillet montrent une chevelure de 11′ de diamètre et une queue de 5°40′ au moins de longueur (car elle atteint le bord de la plaque).

Une photographie faite le 15 juillet montre une queue plus fine, moins longue et en courbure sensible vers le sud.

Le 18-19 juillet, une pose de 1 h. 6 m. (de 23 h. 44 m. à 0 h. 50 m.) nous donna un phototype sur lequel la chevelure a un diamètre de 17′ et la queue au moins 6° de longueur. Celle-ci devient plus large dans ses parties les plus éloignées de la chevelure. Une deuxième petite aigrette commence à apparaître près de la chevelure, vers le sud.

Une photographie prise le 24-25 juillet 1903, de 23 h. 9 m. à 0 h. 9 m., montre les curieux détails suivants : La chevelure mesure 16′ de diamètre et on distingue plusieurs queues : une première aigrette lumineuse assez fine, la plus occidentale, visible déjà sur le phototype du 18-19 juillet, de 55′ de longueur ; une deuxième branche plus large, mais bien moins lumineuse, que l'on suit facilement sur le phototype sur une longueur de 3°30′ ; une aigrette plus lumineuse, très fine vers la chevelure, mais s'élargissant insensiblement jusqu'à un centre de condensation bien marqué situé à 1°30′ du noyau de la comète, ensuite cette aigrette se prolonge en devenant plus faible jusqu'à 3°20′ environ ; vis-à-vis du centre de condensation de l'aigrette précédente, mais curieusement rejetée plus à l'est, on observe une queue, la plus lumineuse, la plus large et la plus longue, qui atteint au moins 8°. Cette branche est elle-même très irrégulière dans ses parties les plus éloignées. Enfin une cinquième queue, assez courte, mais large, la plus orientale, se voit assez bien sur le phototype, près de la chevelure.



FIG. 2. — Le 24-25 juillet 1903 de 23h9m à 0h9m.

Une photographie prise le 25 juillet, de 0 h. 52 m. à 1 h. 4 m. avec un condensateur, accuse une queue de *16° à 20° de longueur.*

M. P. VAUDREY

Constructeur à Paris

## SUR LES APPAREILS INDICATEURS ET ENREGISTREURS DANS LEURS APPLICATIONS AUX SCIENCES ET A L'INDUSTRIE [581-778]

— *Séance du 6 août* —

Les Appareils Indicateurs et Enregistreurs qui représentent, par un index mobile ou une courbe continue, les phases successives des différents phénomènes, rendent aux Sciences et à l'Industrie des services considérables. Ce sont des agents toujours en éveil, qui suivent et notent sans se lasser toutes les variations des fonctions des éléments, hommes ou machines, qu'on les charge de contrôler. Ils donnent, en un mot, l'histoire d'un appareil, par exemple, écrite par lui-même.

Leur emploi se généralise de jour en jour et, partout où ils sont installés, ils deviennent indispensables dès que l'on a pu apprécier les grands services qu'ils rendent.

Pénétré de l'avenir de cette question, nous en avons commencé, en 1889, l'étude et, depuis 1893, nous avons présenté presque chaque année de nouveaux appareils de ce genre, réalisant de grandes améliorations dans le travail, la marche de certaines industries où nous nous sommes spécialisé de préférence.

Aujourd'hui, nous nous occuperons de notre Indicateur électrique de niveau à distance « Le Guetteur » et, si possible, de notre Indicateur métallique de tirage « l'Aspiromètre ».

L'enregistrement mécanique des niveaux n'étant plus pratique au delà d'une centaine de mètres de distance de l'appareil transmetteur aux appareils récepteurs, on est obligé de recourir à l'électricité.

L'installation se compose donc d'un appareil transmetteur, placé au réservoir, qui est chargé de recueillir les variations de niveau et de les transformer en signaux électriques, et d'un ou plusieurs appareils récepteurs, indicateurs simples, ou avec enregistreur, placés à l'usine élévatoire, s'il y a lieu, au bureau du Service des eaux qui traduisent ces signaux en mouvements de hausse ou de baisse de l'aiguille et du style de l'enregistreur.

Lorsque la distance à franchir n'est que de quelques centaines de mètres, on fait la marche à deux fils, c'est-à-dire qu'en utilisant la terre comme fil de retour on affecte un de ces deux fils aux indications de hausse et l'autre à celles de baisse. Mais, dans la plupart des installations, principalement dans les Distributions d'eau de Villes, l'éloignement des transmetteurs et des récepteurs est de plusieurs kilomètres; il y a donc intérêt à réduire le nombre des conducteurs. C'est alors qu'on emploie la marche à un seul fil, le retour étant toujours prévu par la terre. Le transmetteur, ayant ses connexions établies de façon différente en ce cas, émettra des courants positifs ou négatifs suivant que le niveau s'élévera ou s'abaissera; un relais doublement polarisé recevra ces courants et fermera un circuit local sur les bobines des récepteurs correspondantes aux indications de hausse ou de baisse.

Par la différence d'intensité de courant, on peut faire passer sur le même fil les signaux de plusieurs appareils, sans que les indications respectives puissent se confondre entre elles.

De même, au moyen de relais spéciaux, dits paresseux, on annihilera, pendant un ou plusieurs dixièmes de seconde, le fonctionnement d'une installation téléphonique pour transmettre, par sa propre ligne, les indications de nos appareils de niveau.

Les déplacements de l'aiguille et les courbes du style de nos indicateurs-enregistreurs électriques ne sont pas continus, mais constituent une succession de lignes brisées qui suivent toutes les fluctuations des niveaux à 2 cent. 1/2, 5, 10, etc. près, moins ou plus, selon que l'on a pris comme unité de transmission les 2 1/2, 5 ou 10 centimètres, etc.

Le transmetteur n'émet donc un courant que lorsque le niveau a varié en plus ou en moins de la quantité prise comme unité.

Pour obtenir une indication continue, on est obligé d'avoir l'indicateur-enregistreur sur place, fonctionnant mécaniquement sans l'aide de l'électricité.

Plusieurs types peuvent être adoptés :

1° L'hydromètre à cloche d'air ;

2° L'indicateur à engrenages avec ou sans réducteur de course ;

3° L'indicateur à compensateur à mercure, etc.

Mais cette disposition ne peut rendre les services de l'installation électrique où, à distance, l'indicateur simple renseigne le mécanicien de l'usine élévatoire ou garde-bassin du réservoir sur le niveau existant, par la position de l'aiguille sur le cadran gradué, indication

qui est reproduite exactement au bureau du Directeur sur son enregistreur.

Par la courbe ainsi obtenue de la marche des machines, le chef de service peut se rendre compte de l'heure exacte de l'arrêt et de la mise en marche, de la vitesse et du volume d'eau élevé, etc.

On conçoit très bien d'ici les économies considérables que procurent ces appareils en assurant la marche régulière de ces services qui, auparavant, ne pouvaient être conduits ni surveillés facilement. C'est pourquoi l'on peut prévoir que d'ici à quelques années toutes les distributions d'eau en seront munies, réalisant ainsi une amélioration sérieuse qui sera appréciée de tous les intéressés.

Description détaillée. — L'appareil est, à plus proprement parler, une combinaison de plusieurs appareils principaux : 1° le *transmetteur* (placé au réservoir); 2° le *récepteur-indicateur simple*, par exemple, (placé à l'usine élévatoire); 3° le *récepteur-indicateur-enregistreur*, si on le désire tel, (placé au bureau du service des eaux).

En outre : *a*, une batterie placée près de chaque appareil; *b*, un relais doublement polarisé placé près de chacun des appareils récepteurs, si l'on veut ne marcher qu'à un seul fil; *c*, une sonnerie d'avertissement pour le maximum et le minimum, si on le désire. Puis, flotteur, contre-poids et accessoires.

Deux transmetteurs différents ont été établis :

Transmetteur n° 1 (*fig. 1*). — Un arbre porte derrière la cage de l'appareil deux tambours en cuivre; au grand tambour est suspendu, par une corde métallique, le flotteur; au petit, le contre-poids. Le même arbre porte

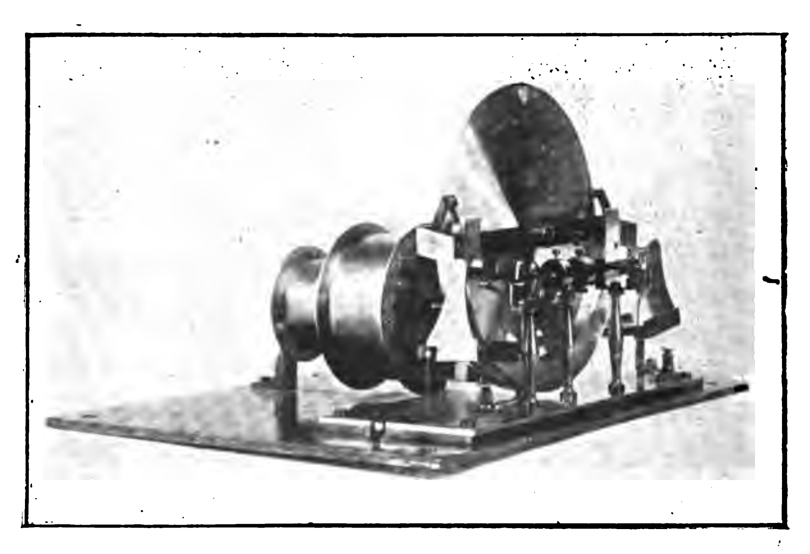


Fig. 1. — Transmetteur n° 1.

dans l'intérieur de la cage une traverse biseautée à ses deux bouts. Sur le pourtour inférieur de la platine de fond circulaire est disposée une gorge dont les extrémités sont dans l'axe de la traverse et dans laquelle circule une bille en cuivre. A l'avant sont placés, à droite et à gauche, deux dispositifs à bascule correspondant aux mouvements de hausse ou de baisse.

Lorsque, par le flotteur ou le contre-poids, les variations de niveau font tourner dans un sens ou dans l'autre la traverse, celle-ci entraîne la bille et l'amène à l'extrémité de la gorge d'où elle tombe dans l'auget articulé correspondant à la hausse ou à la baisse, ce qui le fait basculer. En

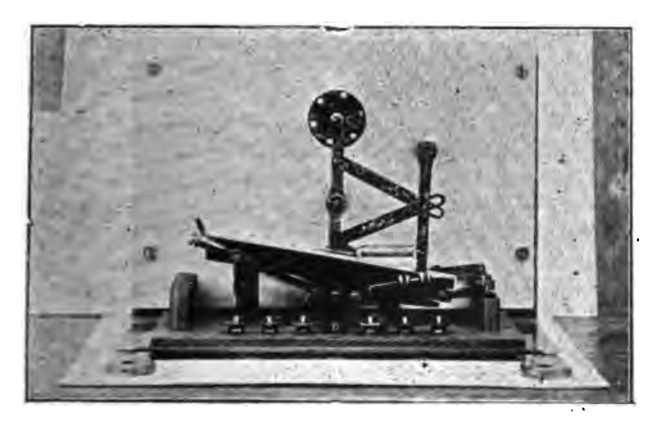


Fig. 2. — Transmetteur n° 2 (vue de face).

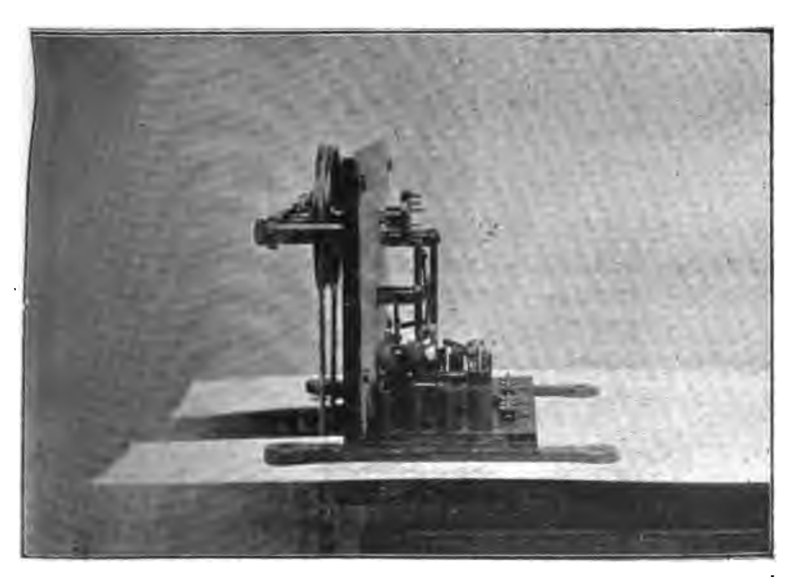


Fig. 3. — Transmetteur n° 2 (vue de profil).

même temps, une pointe en platine n'étant plus retenue par le contre-poids de l'auget vient, de son propre poids, s'incliner dans un bac à mercure où elle amène le courant de la masse qui, de là, repart dans la ligne. La bille retourne dans la gorge par une glissière en quittant l'auget : celui-ci se relève, ainsi que la pointe, par l'action de son contre-poids et le contact est supprimé.

TRANSMETTEUR N° 2 *(fig. 2 et 3)* (modèle simplifié). — Un arbre porte derrière la cage de l'appareil une poulie à laquelle sont suspendus, par une corde métallique, un flotteur et un contre-poids. Le même arbre porte, dans l'intérieur de la cage, un disque à six goupilles (ou roue à six dents). Au-dessous est placé un index biseauté qui oscille à droite ou à gauche par l'action du flotteur ou du contre-poids, suivant que le niveau monte ou baisse. Cette pièce, en oscillant d'un côté ou de l'autre, déplace à l'arrière, dans le sens opposé, un dispositif commutateur-inverseur à mercure qui, par ses pointes, amène les courants ou positifs, ou négatifs de la pile dans les bacs de gauche des pointes de l'avant correspondant aux fils de ligne; en même temps, l'index repousse, mais toujours à droite, un bras qui est bandé par un ressort.

Au déclanchement, ledit bras revient brusquement par l'action du ressort précité à sa position de repos. Ce faisant, il envoie le long d'une rampe une bille qui la fait baisser sous son poids dans une rainure et en même temps permet aux deux pointes en platine de l'avant de tomber dans leurs godets respectifs où elles trouvent le courant qu'elles lancent ensuite dans la ligne.

Lorsqu'on doit se servir d'une ligne téléphonique, on fait arriver les fils de ligne (2 fils ou un seul fil et la terre comme retour) aux deux pointes avant et repartir par les deux godets à mercure correspondants de droite, ce qui fait que lorsque l'appareil émet un courant, lesdites pointes, quittant leurs godets, coupent la ligne téléphonique.

Nous croyons utile de vous dire deux mots sur notre Indicateur métallique de tirage « l'Aspiromètre ».

Étant donné que le tirage est le facteur le plus important de la combustion et que, pour une quantité déterminée de charbon, il faut aussi une quantité d'air également bien déterminée, « l'Aspiromètre », en mesurant et en indiquant d'une façon constante au chauffeur l'état de la pression atmosphérique, comme le manomètre lui indique la dépression de la vapeur, lui permet de régler l'ouverture de ses registres ou de proportionner ses charges, pour assurer la combustion complète, l'utilisation économique du charbon pour la production de vapeur.

Cet appareil est de grande utilité dans toutes les industries où il est déjà très répandu, notamment pour le contrôle de la marche des fours et surtout des générateurs (Usines élévatoires, etc.).

---

# MM. DRUART et LE ROY

A Reims

## DÉTERMINATION DU TYPE DE VOIE ÉTROITE APPELÉ A RENDRE LE PLUS DE SERVICES [625.6]

*— Séance du 6 août —*

Lors du Congrès de l'Association, à Montauban, en 1902, la Section du Génie civil avait déjà mis à l'étude *la Détermination du type de voie étroite appelé à rendre le plus de services.*

Cette question a été examinée; mais elle n'a pas été tranchée d'une manière définitive.

Il semble qu'il y ait lieu d'y revenir, de la traiter à fond et de la résoudre en s'appuyant sur les données de la pratique.

On peut classer les voies étroites employées sur les chemins de fer français en deux catégories :

1° Les voies de $0^{m}80$ et au-dessous;

2° Les voies de 1 mètre.

Les voies de $0^{m}80$ et au-dessous paraissent devoir être complètement abandonnées par les Compagnies de chemins de fer d'intérêt local; elles étaient en fort petit nombre et l'exemple donné, en ce moment, par le département des Ardennes, qui les remplace par des voies de 1 mètre, montre qu'elles sont appelées, sinon à disparaître, du moins à ne pas augmenter en nombre.

La stabilité y est absolument insuffisante.

Reste le type de voie de 1 mètre.

Il en existe de nombreux spécimens dans presque toutes les régions de la France; elle y est très appréciée.

La souplesse du matériel admis à y circuler permet bien souvent de faire pénétrer dans les villes les réseaux à voie étroite destinés à en desservir la Banlieue.

Pour la même raison, la voie de 1 mètre peut être admise comme voie des tramways urbains.

Sa largeur est suffisante pour assurer, d'une part, une stabilité

convenable aux véhicules, même chargés de 10 tonnes de poids utile (*) et, de l'autre, pour permettre de loger sous les châssis des moteurs des meilleurs modèles.

De plus, si l'on tient compte de la possibilité d'utiliser cette voie pour recevoir ou expédier, sans transbordement, les marchandises en provenance, ou à destination, des lignes des Compagnies d'intérêt général, on constate que la voie de 1 mètre est appelée à rendre de très grands services.

L'emploi des trucks-transporteurs, imaginés pour éviter les manutentions et pour amener chez les destinataires les wagons d'origine, quoique usité en Allemagne, ne paraît pas se généraliser en France sur les voies d'intérêt local.

Mais il ne saurait en être de même sur les réseaux ferrés urbains, où les services rendus par ces appareils permettent aux embranchements particuliers greffés sur la voie étroite de constituer, en quelque sorte, « des gares de débord », des voies normales, et de soulager d'autant les gares aux marchandises des grandes villes.

La voie étroite peut, de ce chef, livrer passage à volonté à son propre matériel, ou au matériel des Compagnies d'intérêt général; *seule, elle jouit de cette précieuse propriété* qui assure sa supériorité sur la voie de $1^{m}44$, souvent adoptée pour les tramways urbains.

La possibilité d'utiliser l'énergie électrique, comme puissance motrice, ne fait que confirmer ce qui vient d'être dit.

Les remarquables avantages des moteurs actuellement en usage, avantages si bien précisés, l'an dernier, par M. Monmerqué, pour la traction des voyageurs, sont encore plus appréciables pour le transport des marchandises :

La diminution du poids mort,

la simplicité des organes,

la propriété d'avoir un couple moteur sensiblement constant pendant un tour de rotation,

la possibilité d'obtenir un grand accroissement de ce couple moteur par le groupement en série au démarrage,

sont évidemment de la plus haute importance lorsqu'on doit mouvoir des poids considérables et les traîner à une allure de 10 à 12 kilomètres à l'heure, permettant de les intercaler entre les voitures de voyageurs.

Il est encore, à ce point de vue, un élément récemment constaté qu'il importe de faire connaître.

(*) Et aussi de 20 tonnes, avec wagons montés sur boggies.

Les moteurs électriques, grâce à leur grande vitesse de rotation, se prêtent très bien à la transmission par vis sans fin; or, les propriétés de cette dernière, combinées avec celles des moteurs précités, permettent d'obtenir des démarrages extrêmement doux et, en même temps, très avantageux au point de vue de la consommation d'énergie.

Une charge totale de 50 à 60 tonnes démarre avec 70 ampères, à 500 volts; c'est moins que n'absorbent, pour se mettre en marche, bien des types de voitures de tramways, de 10 à 20 tonnes, munis de moteurs à engrenages droits.

Bien que le rendement, en régime, d'une vis sans fin, construite avec les précautions nécessaires (*), soit de 10 °/o environ inférieur à celui d'un engrenage droit, il résulte de la propriété précitée que la vis peut, en raison des nombreuses manœuvres (et, par suite, des fréquents démarrages) d'un service de marchandises, être préférée aux engrenages droits dans certaines circonstances.

Ces avantages trouveraient immédiatement leur application sur la voie de 1 mètre pour le transport des wagons de grand gabarit contenant des produits qui redoutent le transbordement. — C'est là un point important qui devait être signalé.

De ce qui précède, on semble « en droit de conclure » que la voie de 1 mètre est, dans la presque totalité des cas, celle qui doit être adoptée par les *lignes de chemins de fer d'intérêt local* aussi bien que pour les *lignes de tramways urbains*.

Cette même conclusion, motivée dans deux cas bien différents, par des considérations distinctes, offre cet avantage que le matériel des compagnies d'intérêt local pourra, au besoin, emprunter les voies ferrées urbaines.

Dans bien des circonstances, *ce résultat sera d'une haute utilité.*

(*) Précautions indiquées par MM. Blondel et Dubois dans leur ouvrage sur les Tramways électriques.

# M. PRIEUR

Ingénieur des Arts et Manufactures, à Paris


## SUR L'INDUSTRIE DES CARRIÈRES [622.2]

### I

### INTRODUCTION

Au point de vue administratif et légal, on comprend sous le nom de carrières les ardoises, les grès, les pierres à bâtir, les marbres, les granits, les pierres à chaux, les pierres à plâtre, les pouzzolanes, les trapps, les basaltes, les laves, les marnes, les craies, les sables, les pierres à fusil, les argiles, les kaolins, les terres à foulon, les terres à poterie, les substances terreuses et les cailloux de toute nature, les terres pyriteuses regardées comme engrais.

Ainsi, c'est la nature des substances à extraire qui caractérise les carrières et nullement la méthode d'exploitation. Celle-ci varie tellement avec les matières à extraire que nous nous bornerons à décrire les carrières de grès et de porphyres que nous avons étudiées plus spécialement.

### II

### NÉCESSITÉ DES GRANDES CARRIÈRES

Les travaux publics consomment une quantité considérable de matériaux sous forme de pavés et de pierre cassée.

Nous pouvons citer d'abord la ville de Paris, qui absorbe chaque année sept millions de pavés. Les grandes villes, comme Lille, Le Havre, Bordeaux, entreprennent souvent de grands travaux de voirie pour lesquels il faut des millions de pavés.

Ces chiffres, qui paraissent formidables, n'ont pourtant rien d'étonnant si l'on considère qu'une rue de 15 mètres de large exige l'emploi de 50.000 pavés pour une longueur de 100 mètres.

Quant aux matériaux d'empierrement, la production annuelle est en France de 11.500.000 tonnes. Paris consomme à lui seul 80.000 tonnes de macadam. Certaines régions, telles que le Nord, le bassin de la Seine, l'Angleterre, sont à peu près dépourvues de matériaux d'empierrement, et cependant la majeure partie des routes y sont macadamisées.

On peut se rendre compte ainsi que, pour répondre à de semblables besoins, il est nécessaire d'avoir des carrières d'un débit considérable.

Or, les carrières les plus communes sont celles qui ont pour objet l'entretien d'une section de route. La présence d'un gisement étant reconnue dans une propriété particulière, le carrier bénéficie d'une occupation temporaire ; il est à la fois extracteur et casseur, les transports sont exécutés généralement par prestations.

Le carrier n'a donc pas besoin d'autre matériel que ses burins et ses massettes, ni d'autre capital que ses bras.

Il en est tout autrement d'une grande carrière qui, au lieu d'avoir à fournir quelques centaines de mètres cubes par an, doit fabriquer parfois 500 mètres cubes par jour.

Nous nous proposons de montrer tout d'abord les difficultés qu'on rencontre dans la création d'une pareille entreprise, les soins qu'exige la mise en œuvre et l'importance des capitaux qui doivent y être engagés.

## III

### CHOIX D'UN GISEMENT

La condition essentielle au développement d'une carrière est que le gisement de pierre soit de toute première qualité.

Il faut que la clientèle ne puisse hésiter entre les produits médiocres qu'elle peut trouver sur place, à bon marché, et les produits fatalement plus chers que lui offre une grande exploitation, placée à une certaine distance.

Le développement d'une carrière dépend ensuite de sa position géographique : la valeur marchande des matériaux étant relativement faible, les produits des carrières ne peuvent supporter ni les longs transports, ni les transbordements répétés.

Enfin, le gisement doit être d'une exploitation facile. La carrière idéale est celle où tous les produits peuvent descendre par leur propre poids et pour ainsi dire automatiquement du lieu d'extraction jusqu'au lieu d'expédition.

Nous prendrons, par exemple, les carrières de grès quartzites ouvertes à Pléhérel, par M. Barrier, en 1887 (*fig. 1*).

Le gisement était situé sur le bord de la Manche, près du cap Fréhel. Les bancs qui apparaissaient sur la côte ont été retrouvés par une fouille faite sur le sommet du plateau et la pierre, utilisable

pour la fabrication des pavés et du macadam, a été reconnue pour être d'une qualité exceptionnelle.

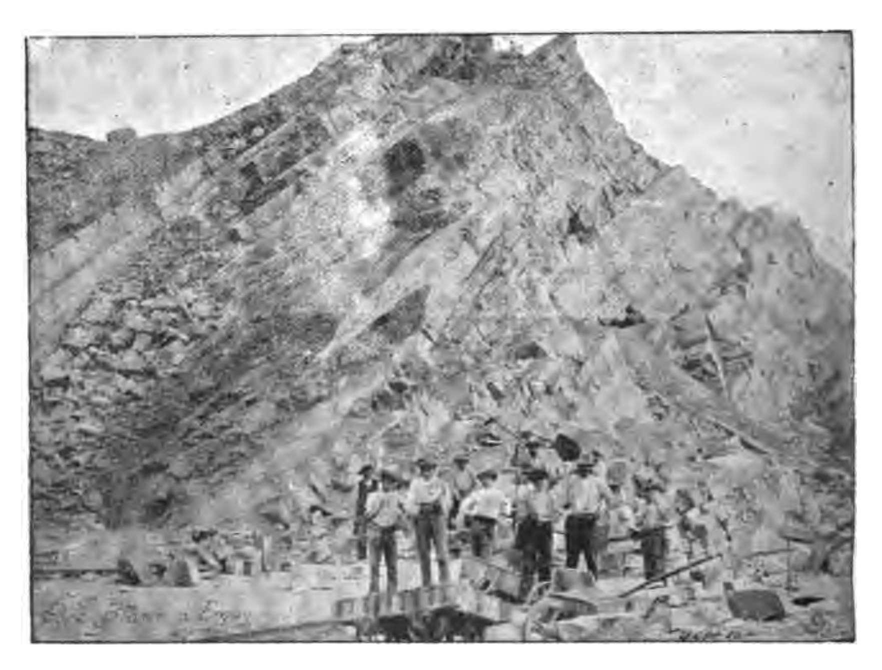


Fig. 1. — Port Barrier. Carrières de Pléhérel (Côtes du Nord).

Les produits pouvaient être expédiés par mer sur les ports français et anglais, le voisinage de Saint-Malo permettait de desservir Paris, après transbordement sur wagon.

Les bancs, d'une puissance illimitée, étaient inclinés vers la mer et semblaient d'une exploitation facile à tous égards.

De telles considérations permettaient de bien augurer de l'avenir de la nouvelle exploitation; mais nous verrons, par la suite, au prix de quels efforts le but a pu être atteint.

## IV

### OUVERTURE D'UNE CARRIÈRE

1° *Premier Établissement.* — Lorsque les points d'attaque sont déterminés, il faut attirer et maintenir dans le pays une population ouvrière : d'où la nécessité de construire, dès le début, les maisons des ouvriers, les forges, les bureaux.

Aussitôt que la carrière est ouverte, il faut se préoccuper d'installer les voies, les appareils de manutention, les quais d'embarquement : d'où la nécessité d'acheter au plus vite le matériel et l'outillage.

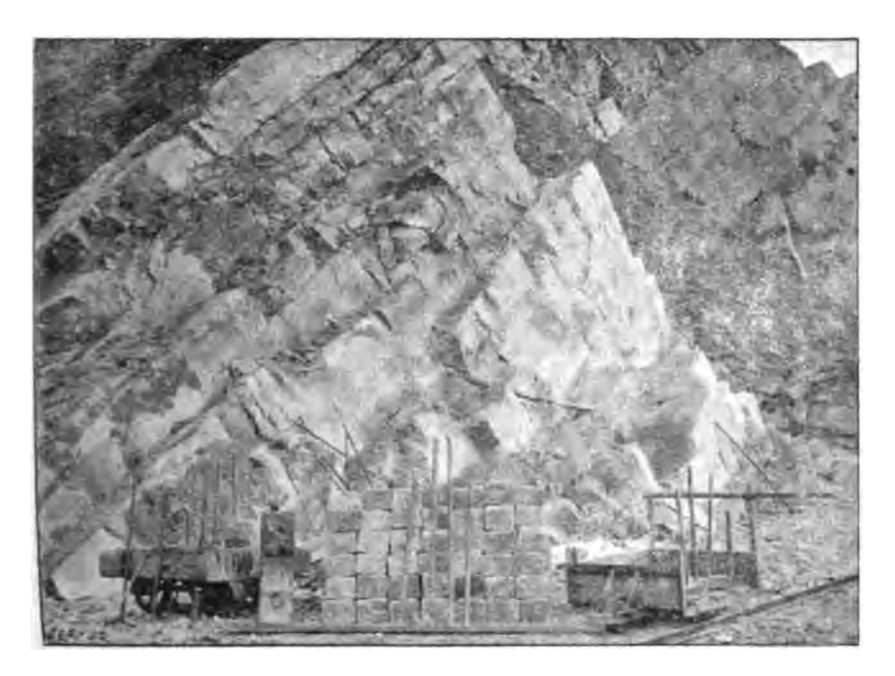


Fig. 2. — Le matériel monorail.

Les dépenses qui constituent le « Premier Établissement » sont considérables; pour n'en citer qu'un exemple, nous avons relevé sur le bilan d'une Société exploitant sept grandes carrières et quelques petites que la val ur, en 1902, de ses immeubles, voies, machines fixes, locomotives, chevaux, wagonnets, appareils de levage, bateaux, etc.., s'élevait à 2.800.000 francs.

2° *Découverts*. — Lorsque les premières voies sont installées, on peut passer à l'attaque du front de carrière; mais, pour atteindre les bancs exploitables, il faut procéder préalablement à l'enlèvement de la couche de terre végétale et à l'extraction des bancs fileux ou de qualité inférieure. Les travaux qu'on nomme « Découverts » précèdent toute espèce de fabrication et sont plus ou moins coûteux. Il

y a même des cas où l'on se trouve dans la nécessité d'abandonner complètement l'attaque sur certains points.

Le choix de l'emplacement où doivent être mis en dépôt les déblais provenant des découverts et, plus tard, des déchets de la fabrication, est une des questions les plus délicates. Il arrive trop souvent qu'au bout d'un certain nombre d'années on se heurte à d'anciens remblais; il faut alors, pour continuer l'exploitation, remuer de nouveau des masses de terre considérables.

3° *Aménagements.* — Lorsque les découverts sont terminés, la fabrication commence; mais l'ère des dépenses improductives est loin d'être close; il faut progressivement mettre la carrière en état de faire face à une production importante; les travaux par lesquels on prépare ainsi l'avenir de la carrière sont appelés « aménagements ».

Pour juger de l'importance de ces travaux, il est utile de connaître l'économie générale d'une carrière. Nous distinguerons dans la fabrication quatre phrases : l'extraction, le cassage ou la taille, le triage et l'expédition.

Étant donné que l'extraction est continue, tandis que l'expédition est intermittente, il est nécessaire d'avoir entre la montagne et le port d'embarquement des réservoirs ou dépôts.

Entre le chantier d'extraction et le chantier de cassage ou de taille prend place le dépôt de matériaux bruts et, avant et après le triage, sont installés les dépôts de matériaux fabriqués. On peut imaginer une voie de circulation constituée par une série de pentes ou de plans inclinés et reliant tous ces chantiers et ces dépôts dans l'ordre que nous avons indiqué. En outre, le chantier d'extraction est relié à la décharge et un embranchement doit être dirigé sur les magasins, les forges et les ateliers de réparation.

Il n'est pas possible d'installer en un jour tous ces chantiers, ces dépôts et les voies qui les relient entre eux. Les plates-formes des chantiers et des dépôts sont gagnées peu à peu sur le front de carrière ou sur les remblais de décharges. C'est donc là une œuvre de longue haleine et il faut des années d'efforts et de travail pour aménager convenablement une carrière.

Les travaux de découverts et d'aménagements peuvent être plus ou moins coûteux, mais sont toujours importants. Nous connaissons plusieurs carrières où ces dépenses atteignent au moins 150.000 fr.

## V

### LA QUESTION OUVRIÈRE

1° *Proportion de la main d'œuvre.* — Découverts, aménagements, extraction, cassage, taille, manutentions diverses, expéditions, tout sur carrières est main-d'œuvre.

La main-d'œuvre joue donc un rôle prépondérant dans l'exploitation des carrières et, quand nous aurons dit que les dépenses correspondantes peuvent être évaluées à 80 o/o des dépenses totales, nous aurons par cela même fait ressortir combien la question ouvrière préoccupe à juste titre les carriers.



Fig. 3. — Carrière de Port-Blanc. — Erquy (Côtes du Nord).

2° *Recrutement des ouvriers.* — Lorsqu'une carrière est ouverte dans un pays, il est bien rare qu'on trouve sur place la population ouvrière dont on a besoin; au contraire, on se heurte fréquemment à l'animosité d'un milieu agricole qui est rebelle aux idées industrielles.

Aussi est-il souvent nécessaire, dans les débuts d'une exploitation,

d'aller chercher les premiers ouvriers dans des centres carriers éloignés. A Pléhérel, à Cherbourg, on a fait venir des Bretons, des Belges, des Anglais, et même des Italiens.

Le premier personnel est particulièrement instable et nous nous souvenons de colonies entières, qui étaient amenées à grands frais et disparaissaient moins de 15 jours après leur arrivée.

Ces efforts ne sont pourtant pas inutiles, car la présence des éléments étrangers fait naître un sentiment nouveau chez les habitants du pays; ceux-ci ne tardent pas à sentir qu'en laissant pénétrer les étrangers chez eux, ils s'étaient frustrés eux-mêmes d'un gain auquel ils avaient droit les premiers; peu à peu, ils ont pris l'habitude de travailler aux carrières et y sont restés à cause des avantages nombreux qu'ils y trouvent :

L'ouvrier carrier a un métier sain et rémunérateur; les chances d'accidents graves sont heureusement très faibles; les chômages n'existent pas là où l'exploitant dispose de capitaux suffisants pour constituer des stocks importants pendant les périodes de non activité. Enfin, dans la majeure partie des carrières, l'ouvrier jouit d'une liberté presque complète.

Par exemple, dans les carrières à pavés, les extracteurs sont associés par groupes pour exploiter un chantier déterminé; ils s'entendent à leur gré avec des tailleurs, lesquels sont parfois aidés d'apprentis : la direction n'intervient que pour recevoir les pavés terminés et pour distribuer à chacun la somme qui lui est due.

Les ouvriers sont logés gratuitement et disposent souvent d'un jardin; les carrières étant généralement assez loin des centres, l'alimentation est à bon marché. Nous connaissons une Société qui avait fait construire et administrait une boulangerie, une boucherie, une charcuterie et une épicerie; aujourd'hui, ces locaux sont mis à la disposition d'une Société Coopérative fondée et administrée par les ouvriers eux-mêmes.

Dans ces conditions, l'ouvrier se fixe petit à petit au sol, y fonde un intérieur et une famille, les ouvriers passagers, si justement appelés les hirondelles de chantier, disparaissent pour faire place à une population attachée au sol et dont la descendance augmente chaque année le nombre. On peut voir à Pléhérel une population de 7 à 800 personnes, là où il y a une dizaine d'années il n'existait que 2 ou 3 pauvres habitations.

## VI

### CONCLUSION

Cette courte étude ne peut donner qu'une idée bien imparfaite d'une exploitation de carrières. L'organisation de chaque exploitation varie d'ailleurs beaucoup avec la disposition des bancs, avec l'espace dont on dispose pour installer les plates-formes des chantiers et dépôts, avec la nature des matériaux fabriqués, avec l'importance de la production. Il n'y a pas deux carrières qui puissent être administrées exactement de la même façon. On ne peut donc pas formuler de règles générales; chaque carrière se présente sous un aspect particulier et c'est la raison, le bon sens et la pratique qui doivent principalement guider le carrier.

Ces difficultés du métier et l'importance des capitaux à engager dans une semblable affaire ne sont pas de nature à encourager cette industrie.

Ajoutons à cela que les produits des carrières ne sont encore protégés que par un droit de douane insuffisant. Il en résulte que, à mesure que les communications sont devenues plus faciles, certaines exploitations étrangères, puissamment outillées et protégées, ont réussi à ruiner les carriers français voisins des frontières; favorisés par les Administrations publiques, ces étrangers font pénétrer leurs produits jusqu'au cœur de la France.

Quelques parlementaires, justement émus, ont déposé un projet de loi sur le relèvement du droit de douane, et il faut espérer que leur appel sera entendu; car, s'il est vrai que le poids de cette protection doit être supporté principalement par l'État, il est juste d'ajouter que l'argent des contribuables sera employé à faire vivre une classe d'ouvriers français particulièrement intéressante et qu'il rentrera dans les caisses de l'État sous une autre forme; au contraire, dans les conditions actuelles, l'État français subventionne une industrie étrangère déjà trop puissante et l'argent dépensé est perdu sans ressources.

# M. NIVET

Ingénieur des Arts et Manufactures, à Luxé (Charente)

## POULIES EXTENSIBLES SYSTÈME FOUILLARON [531.84]

— *Séance du 8 août* —

Étant donné un moteur de puissance et de vitesse invariables, utiliser complètement son travail constant sur des résistances variables, tel est le problème qui se présente souvent en industrie, et toujours dans l'automobilisme, surtout lorsqu'on emploie un moteur à explosion.

Soit T le travail constant fourni par l'arbre du moteur, si la résistance de l'arbre conduit est R, il faudra amener la vitesse V de cet arbre à une valeur telle que l'on ait : $RV = T$. Si R varie, il faudra, pour que T soit constant, faire varier la vitesse V en raison inverse de la résistance, et cela d'une façon continue, si la variation de résistance est progressive.

On a cherché à résoudre le problème par différents moyens, soit en donnant au moteur à explosions une certaine élasticité par diverses proportions dans les mélanges détonants, soit par des variations de compression : ces résultats sont atteints, soit au régulateur, soit à la main; mais la puissance de ces moteurs ne varie que dans des limites étroites et les différences ne sont obtenues qu'aux dépens d'une utilisation défectueuse de la chaleur et avec excès de dépense. C'est T qu'on fait varier, s'éloignant ainsi du régime qui permet d'obtenir du moteur le maximum de puissance avec la moindre dépense; aussi vaut-il mieux, toutes les fois que cela est possible, conserver T constant et faire varier R et V.

Pour arriver à ce résultat, on a introduit dans les engrenages de transmission des automobiles diverses proportions au nombre maximum de quatre. Pour passer d'une vitesse à l'autre, il faut débrayer le moteur et, malgré la vitesse acquise, le changement est brusque

lorsqu'on vient l'embrayer à nouveau. Ces quatre positions ne correspondent d'ailleurs qu'à quatre cas particuliers du problème, et l'on aura toujours, en dehors de ces quatre cas : $RV < T$, sous peine de ralentissement et d'arrêt; le travail du moteur, toujours en excès, se transformera en trépidations désagréables, chaleur, dépense et usure rapide des divers organes de la machine. Souvent le rapport de vitesses qu'on est forcé d'adopter est très éloigné de celui qui conviendrait à la bonne marche du moteur : par exemple, si, au lieu de la vitesse de 50 kilomètres, trop forte pour une rampe, il fallait obtenir celle de 48 kilomètres, tandis que l'on n'a à sa disposition qu'une vitesse de 30 kilomètres, on perd la force superflue qui ne donnera que 30 kilomètres, tandis que la même force en devrait produire 48, et aussi la différence de temps très appréciable entre la marche à 30 kilom. et celle à 48 kilom.

Dans l'industrie, lorsque la vitesse des appareils conduits est indifférente, on peut conserver une puissance constante, soit aux machines à vapeur, soit aux moteurs hydrauliques, soit surtout aux dynamos, en changeant, par régulation automatique, la vitesse de l'arbre commandé. Le régulateur agit alors en déplaçant une courroie parallèlement à elle-même entre deux cônes, à axes parallèles et d'égale inclinaison, placés l'un en prise avec l'arbre moteur, l'autre sur l'arbre conduit et en sens contraires. La courroie est ainsi tendue également dans toutes les positions; la somme des circonférences parcourues sur les deux cônes est toujours égale et constante, l'une augmentant d'une quantité égale à celle dont l'autre diminue. Avec cette disposition, on peut faire varier graduellement le rapport entre la vitesse constante de l'arbre moteur et les vitesses successives de l'arbre conduit, dans des limites très étendues. Mais, pour que la courroie tienne sur ces surfaces inclinées, il faut que les angles au sommet des cônes soient assez faibles pour que la courroie ne puisse se déplacer sans augmenter de longueur; ce n'est qu'à cette condition qu'elle restera dans la position qu'on lui aura donnée. Il faut alors des cônes très longs, afin d'obtenir des écarts suffisants dans les rapports des vitesses. Aussi l'encombrement produit par cette longueur semblait devoir rendre impossible cette disposition dans les automobiles.

M. Fouillaron est parvenu à l'appliquer à ses voitures, grâce à son système de poulies extensibles : il emploie deux cônes fixes inclinés à 30° sur l'axe, placés en sens contraires, et en face l'un de

l'autre, le premier sur l'arbre moteur, le second sur l'arbre conduit. Ces deux arbres sont parallèles *(fig. 1)*.

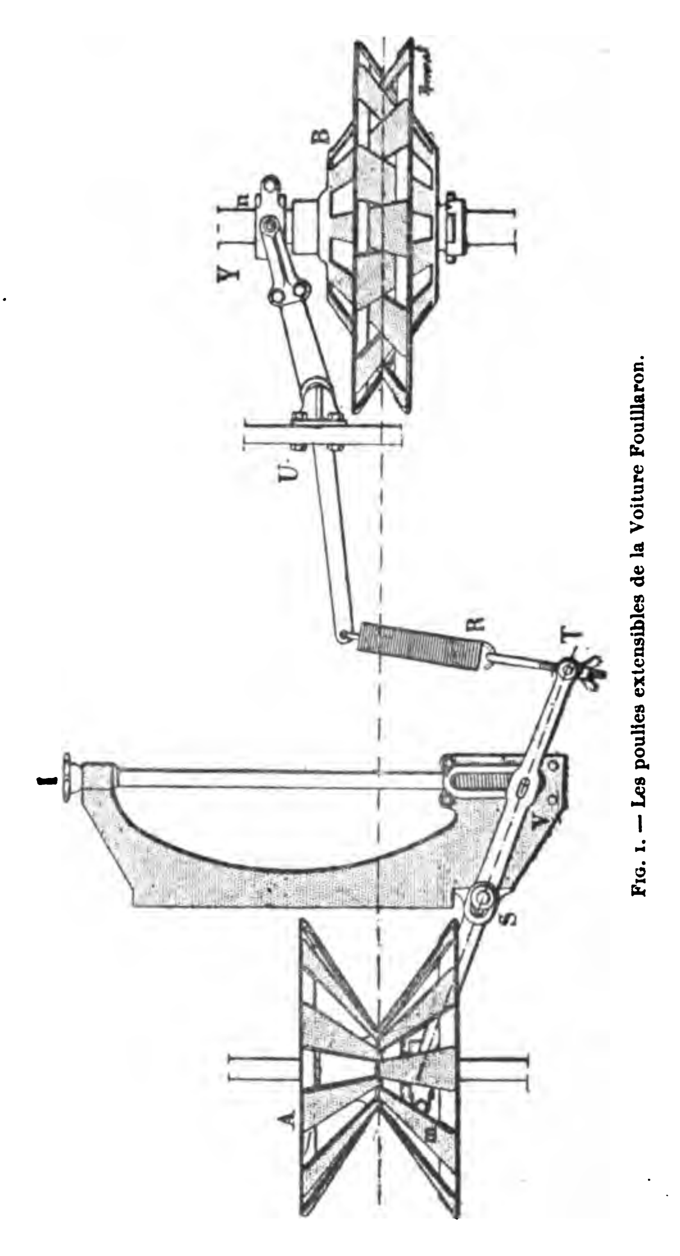



Fig. 1. — Les poulies extensibles de la Voiture Fouillaron.

L'entraînement est fait par une courroie triangulaire *(fig. 2)*, dont le guidage est obtenu par deux cônes mobiles, A et B, opposés

par le sommet aux cônes fixes, et qui, par des vides laissés entre les génératrices, peuvent pénétrer dans les cônes fixes. Chaque cône, tant fixe que mobile, est formé de lamelles partant du sommet pour rejoindre la base, laissant entre elles des vides dans lesquels viennent s'engager les lamelles du cône opposé. Ces cônes peuvent ainsi pénétrer l'un dans l'autre, formant une gorge angulaire d'angle toujours égal (60°) et de diamètres qui augmentent lorsque les sommets s'éloignent et diminuent lorsqu'ils se rapprochent.

Les cônes mobiles A et B sont liés entre eux par deux leviers ST et UY et la bielle TR. Ces leviers sont disposés de telle façon que, lorsque l'un d'eux éloigne du cône fixe le cône mobile qu'il dirige, diminuant ainsi la circonférence d'intersection d'une certaine quantité, l'autre augmente d'égale quantité l'intersection du second jeu de cônes. Un écrou V, guidé par une vis, dont l'arbre est à la disposition du mécanicien, peut faire varier à chaque instant la position de ces cônes.

On a ainsi deux poulies à gorge, conjuguées, de diamètres variables : telles sont les poulies extensibles de M. Fouillaron.

Les rapports extrêmes des vitesses sont, entre chacun des deux arbres, de 1 à 5, ce qui permet un écart de vitesses inverses de 1 à 25. Le minimum de la vitesse est de 6 kil. à l'heure et le maximum de 50 à 100 kil. suivant la force du moteur.

La courroie qui transmettra le mouvement devra s'inscrire dans l'angle à 60° fourni par les génératrices des cônes. Cette courroie est formée par une série d'éléments triangulaires en cuir, sortes de voussoirs, qui viennent épouser la forme circulaire des gorges et se redressent dans les lignes droites : ces éléments sont reliés par deux cordes à boyaux très résistantes (*fig. 2*).

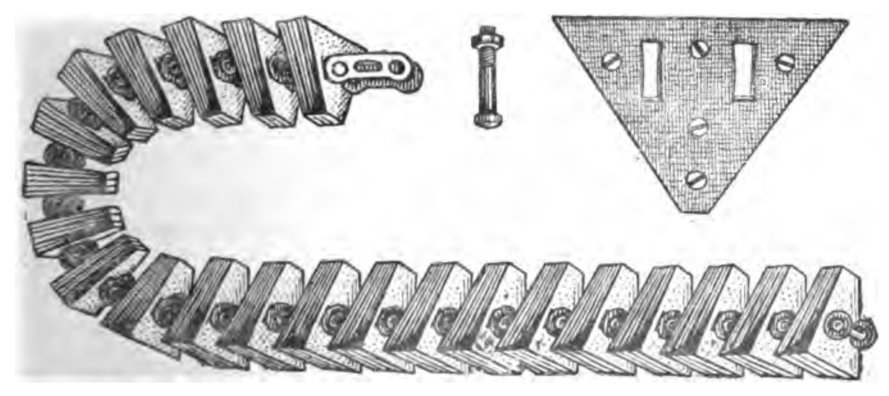


Fig. 2.

La forme donnée à chaque voussoir permet d'obtenir facilement la courbure et le redressement. M. Fouillaron appelle cet organe une chaîne-courroie. Le sommet des triangles qui s'insère entre les cônes est chanfreiné pour que les éléments de la chaîne ainsi constituée pénètrent comme des coins dans la gorge des poulies : la courroie est toujours tendue par le jeu d'un ressort R, placé sur la bielle RT, et qui agit de façon à éloigner les sommets des cônes de l'arbre conduit, augmentant ainsi le diamètre de la poulie conduite dans les limites permises par la longueur de la courroie : il en résulte que cette courroie est appliquée fortement sur les gorges, ce qui évite les glissements. De petites nervures, peu saillantes, embouties sur les lamelles des cônes, tant fixes que mobiles, s'opposent aussi au glissement de la chaîne-courroie sans la déformer, les éléments de cette chaîne étant très mobiles les uns par rapport aux autres. Aussi cette courroie ne glisse pas même lorsque l'on produit l'arrêt en rampe, en négligeant de donner aux rapports des poulies la valeur convenable pour franchir l'obstacle.

Cette chaîne est fermée par une agrafe qui permet un montage et un démontage rapides. Elle est essayée à la traction jusqu'à 1.800 kilogrammes : la tension maximum en marche ne dépasse pas le vingtième de cet effort. Ces courroies font jusqu'à 7.000 kilomètres sans réparation.

Telles sont les dispositions du mode de transmission par poulies extensibles de M. Fouillaron.

Quels en sont les avantages au point de vue des voitures automobiles?

Il est facile de se rendre compte que cette transmission produira des démarrages aussi doux que le voudra le mécanicien : au départ, les poulies, qui sont restées dans la position respective qui a contribué à la douceur du précédent arrêt, donneront une vitesse minimum de 6 kilomètres, que le conducteur augmentera jusqu'au moment où il aura obtenu l'allure qui conviendra au moteur, en passant graduellement par toutes les vitesses intermédiaires. Il évitera ces à-coups de changements brusques, qui sont si désagréables pour les voyageurs et si nuisibles aux bandages et à tous les organes de la machine (*).

(*) Une voiture à poulies extensibles Fouillaron a participé à l'excursion du 9 août, conduisant le président et le secrétaire des 3e et 4e sections, ainsi que leurs dames. Les avantages du système ont été appréciés, non seulement par les voyageurs et voyageuses qui montaient cette voiture, mais par tous les congressites qui ont pu, à chaque escale, en visiter le mécanisme ingénieux.

**Le Châssis Fouillaron vu par dessous.**

A, poulie extensible réceptrice. — B, poulie extensible de commande. — C, embrayage. — D, différentiel et poulie de frein au pied. — E, silencieux. — FF, tambours de freins arrière. — G, volants de direction et de manœuvre. — P, pignon de chaine — PQ, pignon de chaine avec débrayage pour la marche arrière. — R, Réservoir. — S et T, pédales de manœuvre et de freinage.

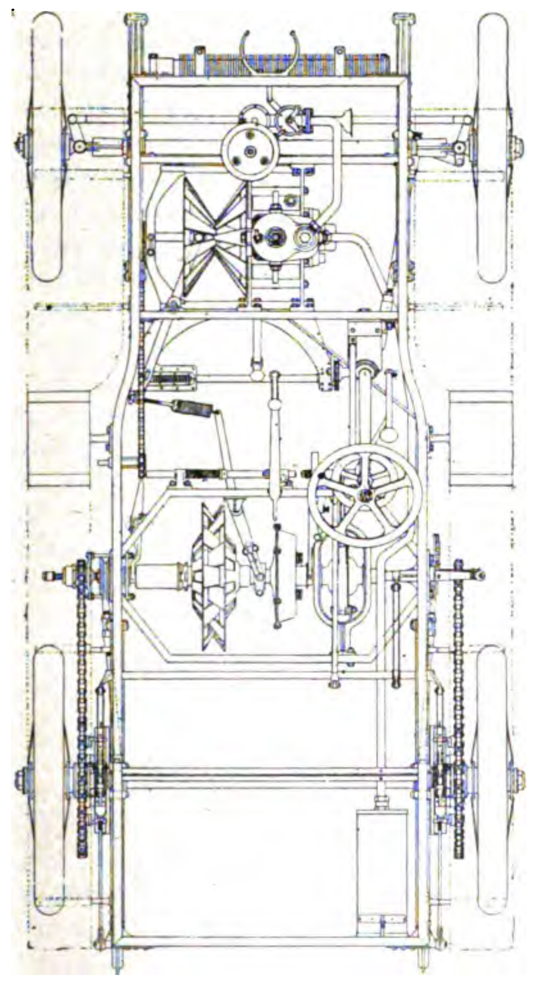


FIG. 3.

En maintenant le régime qui convient à son moteur, le mécanicien pourra, en route libre, l'oreille indiquant le ralentissement ou l'excès de vitesse des pistons, trouver les rapports des poulies appropriés aux résistances. Il obéira à son moteur, au lieu de lui imposer des

allures pour lesquelles il n'est pas fait. Il obtiendra ainsi l'équilibre entre les résistances variables et la puissance constante, et cette régularité se traduira par une économie d'essence qui peut être évaluée à 15 o/o, par comparaison avec tous autres systèmes.

Avant l'arrêt, il ralentira progressivement, sans à-coups également et sans glissements, même sans se servir du frein. Avec ce système, le freinage, même en marche, ne sera que rarement employé, au grand bénéfice des bandages qui peuvent faire, sur les voitures Fouillaron, de 6.000 à 10.000 kilomètres.

Enfin, le mécanisme devient très simple : au lieu de débrayer, changer la vitesse, embrayer, et régler un moteur, qui n'est jamais en équilibre, comme dans les voitures à engrenage, avec une seule manette, qu'un enfant peut manœuvrer, le mécanicien produira graduellement tous les changements de vitesse. Cette simplicité laisse au conducteur une grande liberté d'esprit et de mouvements; elle lui permet de jouir des agréments de la route sans avoir à se préoccuper continuellement des nombreuses manettes et pédales qui ornent les voitures à engrenages multiples.

L'industrie commence à apprécier les avantages que présente le peu d'encombrement des poulies extensibles Fouillaron. L'administration de la guerre les emploie pour des machines outils.

La figure 3 et la légende ci-dessus indiquent la disposition des poulies extensibles dans le châssis d'une voiture Fouillaron. Dans d'autres modèles, les chaînes sont supprimées et la commande de l'arbre conduit est faite directement par engrenages.

---

## M. L. DUPLAN

Directeur de la Compagnie d'Électricité d'Angers

### LA DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE A ANGERS [538.85]

— *Séance du 10 août* —

L'usine génératrice est située à 1.100 mètres environ du centre de la ville, dans le quartier dit des « Prairies Saint-Serge ».

Entre deux boulevards, dont l'un la sépare de la rivière « La Maine », l'autre de la gare Saint-Serge, l'usine se trouve dans une situation très avantageuse pour ses besoins d'eau et de charbon.

Dans les prairies Saint-Serge on trouve, à douze mètres de profondeur, un sol suffisant aux fondations d'une usine. Pour éviter les dépenses relativement considérables d'une construction sur pilotis, on a établi celle de l'usine d'électricité sur un remblai en sable de Loire de quatre mètres environ de hauteur. La superstructure des bâtiments, au moins dans les parties essentielles, a été constituée par une ossature en ciment armé, disposée avec des ceintures horizontales, afin d'obtenir pratiquement sur les bases une répartition uniforme des charges et pour prévoir, sans inconvénient sérieux, la possibilité d'un tassement appréciable.

Les prévisions relatives aux bâtiments se sont réalisées. Lors de la mise en service des machines, on a constaté cependant un mouvement de tangage très sensible dans les parties supérieures. Ce tangage a disparu après quelques détails de mise au point, pour donner aux organes des machines en mouvement un équilibre parfait.

Les génératrices sont à courant continu; elles alimentent directement les fils extrêmes de la distribution qui est à 3 fils, 220 volts entre le fil neutre et le fil extrême de chacun des deux ponts.

Le défaut d'équilibre du réseau, c'est-à-dire la différence de la consommation entre les deux ponts, est compensé : soit par un groupe de deux dynamos, dont l'une remplit le rôle de génératrice, lorsque l'autre remplit celui de réceptrice, soit par une batterie d'accumulateurs qui peut, en outre, assurer le service total aux heures de faible consommation et faciliter encore pendant le fonctionnement des machines une plus grande régularité de tension.

Les deux dynamos du groupe équilibreur sont actuellement en cours d'installation ; elles commanderont un survolteur spécial pour la charge des éléments d'accumulateurs de réglage, hors circuit lors du fonctionnement des machines.

L'ensemble de ce dispositif assurera aux génératrices principales, comme aux éléments du groupe équilibreur survolteur, un régime de travail économique, fort appréciable au début d'une installation. — Il permet, en effet, d'ajouter à volonté à la consommation utile tout ou partie de la charge des accumulateurs.

Le réseau de distribution intéresse, à quelques dérivations près, le périmètre limité par les boulevards extérieurs de la ville; il est en principe constitué par des câbles du système dit armé, placés directement dans le sol.

Ce périmètre total est divisé en six secteurs de même importance électrique, choisis de façon à diminuer, autant que possible, la dis-

tance entre les centres de consommation de chacun d'eux, ce qui a permis, en plaçant les feeders sous le sol, dans la même tranchée, sur une grande partie de leur parcours, de réaliser une économie et de compter sur une meilleure utilisation du cuivre des feeders, en disposant à l'extrémité du parcours commun une boîte de jonction spéciale pour leur mise en quantité.

Les feeders ou câbles d'artère reliant l'usine au centre de chaque secteur sont à deux conducteurs concentriques, alors que très généralement ces câbles sont à trois conducteurs, les deux extrêmes et le neutre ou intermédiaire.

En ne disposant pas dans chaque câble d'artère un intermédiaire, mais en faisant partir un seul câble neutre principal venant se ramifier au centre de chacun des secteurs, il apparaît qu'on a compris le neutre d'une façon logique au point de vue du bon équilibre et de l'économie du cuivre.

En effet, le défaut d'équilibre total du réseau provient de la somme algébrique des défauts d'équilibre de chaque secteur. Les courants différentiels de chacun d'eux auraient donc à revenir tous à l'usine, le long du neutre de leurs feeders respectifs, pour y faire entre eux la compensation partielle résultant de leurs différences de sens. Ce long trajet occasionnerait une perte de charge très notable.

Or, en employant le système du neutre ramifié, comme il a été exposé plus haut, on évite le retour à l'usine de la somme de tous les courants de compensation.

Tout ce qui peut s'équilibrer le fait en route, en passant aux points de bifurcation des différentes branches du neutre ; il ne revient à l'usine que la différence finale des courants de compensation, c'est-à-dire celle seule à laquelle ont à parer les dispositifs de compensation.

Une section de cuivre beaucoup moindre sur le long parcours commun est alors aussi efficace que beaucoup plus de cuivre dans les feeders sous forme de neutre isolé.

Cette façon de comprendre le neutre, appliquée au réseau de distribution de la ville d'Angers, a été réalisée par l'installation d'un câble compensateur unique, sur 1.000 mètres environ, et par une ramification d'une longueur moyenne de 200 mètres à chaque artère pour une longueur totale de 8.000 mètres environ de feeders.

Si par hypothèse on admet, sur chaque artère, une charge moyenne de 100 ampères pendant les heures d'éclairage et un défaut d'équilibre entre les deux ponts de 20 o/o, comme du reste l'expérience le confirme, on trouve pour ce défaut d'équilibre une perte

correspondante à un courant de 20 ampères sur 1.200 mètres pour les ramifications et, en plus, sur une longueur de 1.000 mètres, la différence finale des courants de compensation qu'il est logique d'estimer également à 20 ampères; soit, au total, 20 ampères sur 2.200 mètres. Cette perte de 20 ampères serait sur 8.000 mètres, ou, en chiffres ronds, sur une longueur quatre fois plus grande, pour le cas d'un neutre spécial à chaque artère.

Les câbles de distribution sur lesquels sont reliés les branchements des consommateurs forment ceinture autour des centres où aboutissent les feeders.

Ces ceintures empruntent les voies principales et l'intérieur des périmètres partiels ainsi constitués est traversée, au fur et à mesure des demandes de courant, par de nouveaux câbles qui empruntent les rues transversales, reliant ainsi les points opposés de la ceinture.

Ces câbles maintiennent pratiquement la perte de charge constante.

Le réseau augmente en même temps que la consommation et on évite en partie de cette façon l'immobilisation d'une canalisation d'attente correspondante à des prévisions futures.

On arrive avec un équilibre général de tension aussi uniforme que possible, une utilisation maximum du cuivre employé aux canalisations électriques.

---


## M. CUÉNOT

Ingénieur des Ponts-et-Chaussées, à Lyon


---

### RECHERCHE DE LA COURBE DE DÉFORMATION DES TRAVERSES DE CHEMINS DE FER

[625.1:439.4]

---

— *Séance du 11 août* —

On a admis jusqu'à présent, sans donner à ce sujet aucune preuve, que les traverses sur lesquelles sont posées les voies de chemin de fer, reposent sur toute leur longueur, lorsqu'elles sont chargées, c'est-à-dire lorsqu'elles reçoivent par l'intermédiaire des rails la charge des véhicules.

On en a déduit :

1° Que plus la traverse était longue, plus elle était apte à assurer la stabilité de la voie en raison de la répartition de la pression sur tout son lit de pose;

2° Que la traverse fléchissant, la pression transmise à l'assiette de la voie était en chaque point proportionnelle à son enfoncement, dans le ballast considéré comme élastique;

3° Qu'en conséquence le ballast était susceptible de s'enfoncer de 1 centimètre sous une pression variant de 3 kilogr. à 8 kilogr. par centimètre carré; 3 kilogr. s'appliquent à un mauvais ballast et à un sous-sol peu résistant et 8 kilogr. à l'assiette la plus solide.

Aussi, dans cet ordre d'idée, les Ingénieurs de toute nationalité ont-ils préconisé dans les divers Congrès de Chemins de fer l'adoption d'une traverse ayant au moins 2 m. 50 de longueur minimum. Les Allemands et les Anglais ont même proposé l'emploi de traverses de 2 m. 70 de longueur, qui sont en usage dans leur pays.

L'étude d'une traverse mixte (fer et bois) m'a permis d'examiner de nouveau la question et de voir dans quelle mesure les théories admises jusqu'à ce jour étaient d'accord avec les faits.

Cette traverse, constituée par une carcasse métallique en forme de fer Zorès et par des tasseaux en bois placés à 0 m. 35 de part et d'autre de l'axe du rail et coincés dans la dite carcasse de manière à obtenir un tout solidaire, permettait, en effet, d'analyser les mouvements de la voie d'une façon spéciale et sans qu'aucun élément étranger vînt troubler les résultats de cette étude. La carcasse métallique était une entretoise, réunissant les tasseaux en bois, sur lesquels s'exerçaient les pressions dues aux charges et qui leur étaient transmises par les rails au moyen d'une selle. Le ballast ne recevait que la pression qui lui était apportée par les tasseaux, la carcasse métallique n'ayant pas de ballast à son intérieur entre ces deux derniers.

Les expériences faites ont eu pour but de relever la flexion des traverses en bois et par comparaison des traverses mixtes placées en courbe de 600 mètres de rayon, sur la voie 2 très fréquentée de la ligne de Bourg à Saint-Amour.

Elles ont été réalisées à deux époques différentes, aux mois de mai et de juin derniers, après des périodes de pluies assez longues, la première étant cependant plus importante que la seconde. Le ballast était de mauvaise qualité et constitué par du gravier très argileux, sur lequel l'humidité avait par conséquent une grande influence. La partie de l'assiette de la voie située du côté du petit rayon était par-

ticulièrement mouillée, en raison du dévers de 0 m. 083 donné à la voie et du profil de cette dernière (à l'extrémité d'une pente sur 2 kilomètres environ).

Néanmoins les courbes relevées ont toutes la même physionomie, aussi bien sur les traverses en bois que sur les traverses mixtes; il y a cependant une déformation moindre dans la seconde série des expériences que dans la première, en raison de l'état de l'humidité de l'assiette de la voie.

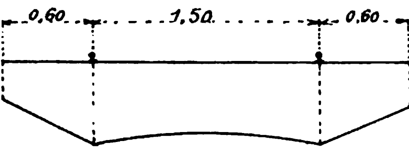


Fig. 1. — Déformation de la traverse en bois.

La courbe de déformation de la traverse en bois présentait toujours les caractéristiques suivantes :

1° A partir des extrémités, sur 0 m. 70 environ, partie fortement inclinée;

2° Au-delà, en allant vers le centre, partie légèrement inclinée et présentant sa convexité vers le haut.

La traverse a fléchi et cette flexion se traduit ainsi :

| | COTE du MILIEU | COTES des POINTS EXTÉRIEURS | | COTE à 13 cent. INTÉRIEUR DU RAIL | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1re Série d'expérience : | 2mm72 | 0mm63 | 0mm85 | 2mm57 | 3mm02 |
| 2e Série d'expérience : | 2mm51 | 0mm62 | 0mm78 | 2mm38 | 2mm92 |

La déformation de la traverse mixte est caractérisée par une ligne brisée très voisine de la droite. Il y a donc enfoncement mais presque pas de flexion, à peine 0mm3 au maximum, c'est-à-dire neuf fois moins que n'en présente la traverse en bois.

Ces courbes ont été relevées au moyen d'une règle en acier munie de dents placées à des intervalles bien définies et contre lesquelles on

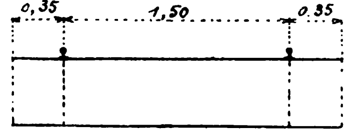


Fig. 2. — Déformation de la traverse mixte.

(1) La ligne supérieure représente la traverse non chargée; la ligne inférieure la traverse supportant une charge.

introduisait un coin en acier gradué au dixième de millimètre. Deux lectures se faisaient en chaque point, la traverse étant au repos et deux autres la traverse étant chargée.

L'inspection de ces courbes m'a prouvé :

1° Que la grande flexion des traverses en bois était due à leur longueur, puisque la traverse mixte, munie de simples tasseaux de 0 m. 70 de longueur seulement, n'éprouve aucune flexion semblable ;

2° Que la traverse en bois ne devait pas reposer sur sa partie centrale *dans tous les cas*, puisque le ballast élastique déplacé par les tasseaux de la traverse mixte ne correspond qu'à une faible portion de celui qui semble être également déplacé par la traverse en bois, et qu'il suffit de limiter cette portion à la longueur du bourrage (environ 0 m. 70) pour obtenir l'équivalence entre les cubes déplacés par chacune des deux traverses.

J'ai vérifié expérimentalement ces deux déductions :

*a*) J'ai pris une traverse paraissant porter en son milieu : je l'ai fait charger dans son état actuel, puis je l'ai fait dégarnir en son milieu, laissant un vide central comme celui des traverses mixtes. Les deux courbes de déformation ont la même forme, le point central est au même niveau dans les deux cas à $0^{mm}1$ près. Une légère augmentation d'enfoncement peut être attribuée au léger affaissement du bourrage coupé verticalement.

*b*) J'ai enlevé le bourrage des extrémités et fait dégarnir le milieu de deux autres traverses de longueur et de section différentes. La flexion a diminué d'une manière très sensible, principalement, comme je l'avais prévu, sur celle présentant le plus fort équarrissage.

J'en déduis donc qu'une traverse doit avoir une longueur réduite, mais aussi une largeur plus grande que celle actuellement en usage ; autrement dit, il faut concentrer la matière autour des appuis et non pas l'étendre comme cela a été fait jusqu'à présent.

Mais l'examen des courbes de déformation des traverses en bois montre qu'elle est toujours semblable à elle-même ; elle est comme un fond de bateau dont le centre serait légèrement relevé. Cette forme est bien celle qui résulte de l'analyse des phénomènes, c'est-à-dire qu'elle représente bien la figure d'une poutre élastique reposant sur une certaine longueur à partir de ses extrémités sur des appuis élastiques eux-mêmes, mais ayant une élasticité moindre.

De même, j'estime que la déformation d'une traverse courte (environ 2 m. 10) est représentée par une courbe convexe comme ci-dessous : surtout si l'on pratique un bourrage dissymétrique,

étendu vers le centre, puisque, dans ce cas, le centre de pression doit se trouver rapproché des extrémités. Il suffira alors de lui donner une largeur telle que l'on obtienne l'enfoncement limité que l'on désire.

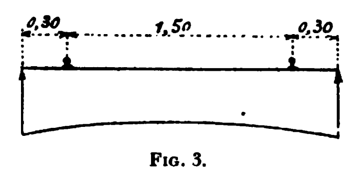



Fig. 3.

Il semble donc qu'on puisse trouver une longueur de traverse et de bourrage (quelle que soit la traverse) telle que la déformation ait lieu à peu près suivant une ligne droite.

---

# M. Ch. DE MOCOMBLE

Ingénieur-mécanicien à Paris

## ENGRENAGES A CAMES " DE GRISSON " [621.83]

— *Séance du 11 août* —

Le dispositif dont la description va suivre ne ressemble pas aux commandes par cames employées jusqu'à ce jour pour certains mécanismes de distribution ou dispositifs de commande de mouvements intermittents ou périodiques; le mouvement est ici, au contraire, d'une continuité et d'une régularité absolues.

Ce nouvel engrenage se compose d'un arbre sur lequel est calée une double came dont le profil rappelle la courbe du colimaçon de Pascal et qui vient commander une roue à rouleaux E clavetée sur un arbre parallèle *(fig. 1 et 2)*.

Les deux cames A et B sont parallèles mais opposées, c'est-à-dire qu'elles sont orientées à 180° l'une par rapport à l'autre.

La roue à rouleaux est double également et comporte, par suite, 3 toiles, sur lesquelles sont fixés, à distances égales et suivant une circonférence, les axes qui portent les rouleaux *(fig. 3)*.

Dans l'exemple de la figure 1, la circonférence a été divisée en 20 parties égales, et la roue E munie de 20 rouleaux disposés en échiquier et répartis par moitié sur chaque jante.

Admettons que l'on imprime à l'arbre des cames une rotation de

gauche à droite; la came A agira d'abord sur le rouleau *a*, ensuite la came B viendra s'appliquer sur le rouleau *b*, plus tard, après une rotation de 180°, la came A viendra se mettre en contact avec le rouleau *c* et ainsi de suite (*fig. 1*).

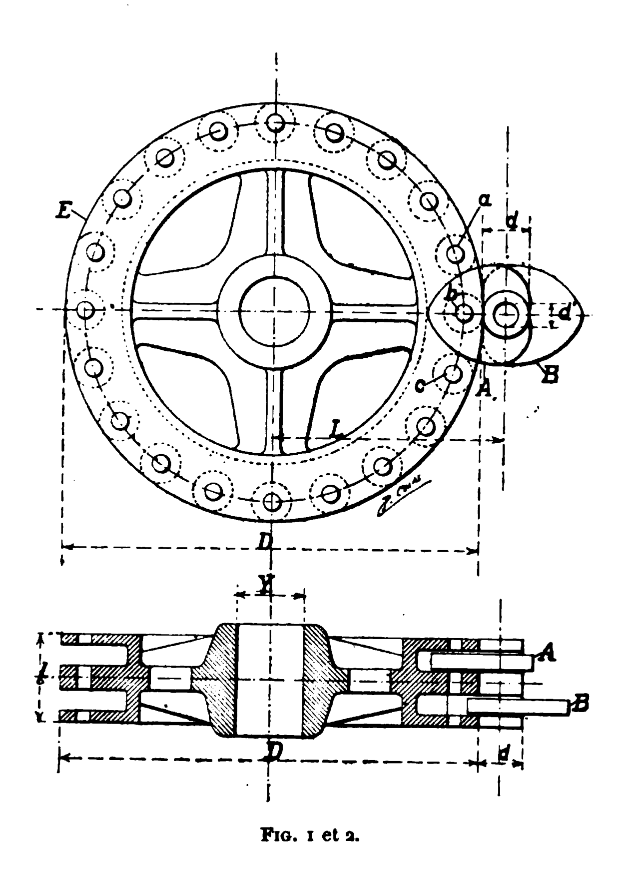



Fig. 1 et 2.

Le mouvement sera donc continu et le contact entre les cames et les rouleaux sans interruption.

On comprendra facilement que, si la roue E comporte dans chaque plan 10 rouleaux, le rapport de la transmission sera de 1 à 10. Nous verrons plus tard que ce rapport peut atteindre des valeurs beaucoup plus élevées.

Lorsqu'on examine le fonctionnement de ce nouveau dispositif, on constate que tout y a été étudié en vue d'arriver à un roulement continu.

Le rapport de la transmission est donné par celui des diamètres du moyeu de la roue à cames et de la roue E.

Les cames sont tracées en partant de cette considération que tout doit se passer comme si les deux circonférences D et *d* roulaient librement l'une sur l'autre, c'est-à-dire que les chemins parcourus par les deux circonférences doivent être égaux et que la normale en chaque point de contact de la came et du rouleau doit toujours passer par le point de tangence des cercles D et *d*.



Fig. 3.

Ces deux conditions sont en effet nécessaires et suffisantes pour que le rapport des vitesses angulaires des deux roues reste invariable.

Il ne faudrait pas assimiler ce nouveau type d'engrenages aux anciennes roues à fuseaux ou aux dentures à point.

Dans ces organes, la roue conductrice attaque toujours la roue conduite au même point, phénomène qui, joint au glissement des dents, amène une usure et une modification rapides du profil.

En outre dans ces roues, comme dans toutes les roues dentées, l'arc d'engrènement est forcément assez limité et affecte toujours une forme assez tourmentée, en même temps que la normale aux différents points du profil fait avec la ligne des centres des angles de plus en plus aigus, ce qui conduit à une augmentation de la pression sur la denture pour correspondre à un effort tangentiel déterminé.

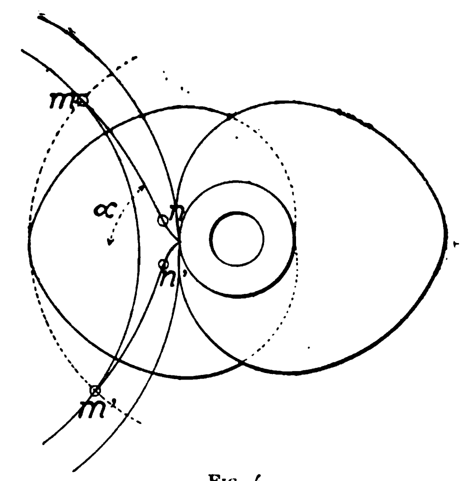



Fig. 4.
Epure de la ligne d'engrènement pour un rapport de transmission de 5 : 1.

Une des propriétés remarquables du nouveau dispositif est de présenter une ligne d'engrènement de forme nouvelle.

Cette ligne prend, en effet,

la forme représentée par les figures 5 et 6; c'est une courbe présentant un point de rebroussement à l'origine et qui, à peu de distance de ce point, affecte très sensiblement le parcours d'une ligne droite *m n*.

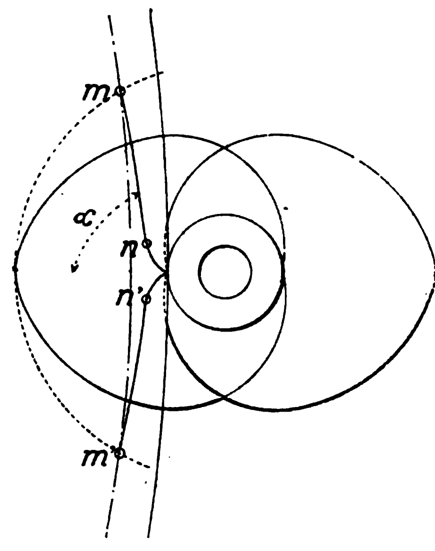



Fig. 5.
Épure de la ligne d'engrènement pour un rapport de transmission de 30 : 1.

De plus, alors que pour le rapport de 5 : 1, qui est le minimum compatible avec ce système, chaque branche prend une inclinaison *a* sur la ligne des centres, l'on constate que plus le rapport de la transmission augmente, plus l'angle se rapproche de 90°, ce qui est le desideratum à obtenir (voir *fig. 4 et 5*).

Enfin, il n'y a plus ici à craindre la pénétration des dents d'une roue dans l'autre aux extrémités de l'arc d'engrènement; de plus, cet arc d'engrènement pouvant être très développé sans inconvénient et les fuseaux étant disposés en échiquier, on conçoit que l'on puisse facilement assurer le contact de la seconde came avec un rouleau bien avant que la première came n'ait lâché prise.

Ces diverses considérations permettent de comprendre pourquoi l'on a pu réaliser des rapports de transmission très élevés même avec des vitesses angulaires très grandes.

En dehors des nombreuses applications faites à l'étranger depuis deux années, il en a été fait déjà plusieurs en France par les soins de M. de Mocomble, concessionnaire des brevets de Grisson.

Aux ateliers d'Hellemmes, de la Compagnie des Chemins de Fer du Nord, une machine-outils est munie d'un harnais présentant le rapport 12 : 1 qui transmet 2 chevaux à 1.200 tours.

La maison Mollet-Fontaine a appliqué à une de ses pompes électriques un harnais (rapport 10 : 1) transmettant 5 chevaux à 1.000 tours.

Enfin, une application plus probante encore a été faite aux aciéries d'Isbergues (Pas-de-Calais) où deux treuils électriques de 20 chevaux sont commandés par des dynamos tournant à 800 tours, qui actionnent directement l'arbre d'un tambour tournant à 25 tours.

Ici, le rapport de la transmission est de 32 : 1.

Nous ne pensons pas que l'on ait jamais pu espérer de semblables résultats avec aucun des autres systèmes de roues dentées.

Il existe encore bien d'autres avantages de ce dispositif; sans vouloir nous étendre trop longuement sur leur analyse, nous devons cependant signaler celui qui réside dans l'encombrement minimum qu'il présente.

La raison en est facile à saisir; le pignon se trouve ici réduit à son minimum, puisqu'il n'a pas de denture et que le rapport de la transmission est donné par celui des diamètres D et *d*.

Pour des rapports de 1 à 10, l'on arrive à un encombrement qui est environ 0,4 de celui que demanderait le harnais correspondant par roues dentées usuelles.

Cette particularité n'est pas, comme on le voit, sans intérêt, principalement dans certaines applications où la solution est souvent imposée par l'emplacement dont on dispose, tel que, par exemple, dans les automobiles.

Le rendement organique de ce nouveau système de transmission a été l'objet de consciencieuses expériences au Conservatoire de Stuttgart par l'éminent professeur Bach.

M. Bach a trouvé que, lorsque les rapports entre les diamètres des roues à rouleaux et la vitesse tangentielle étaient convenablement choisis, le rendement (la roue à cames étant conductrice de la roue à rouleaux) dépassait 0,90 et atteignait 0,95 à pleine charge, et cela pour des vitesses variant depuis 500 tours jusqu'à 1.300 et même 1.400 tours.

*Bach* eut l'idée de rechercher ensuite quel pouvait être le rendement des mêmes organes lorsque la roue à rouleaux devenait conductrice, c'est-à-dire lorsqu'au lieu d'un réducteur de vitesse l'on voulait transformer le système en accélérateur de vitesse.

Il trouva que, dans les mêmes conditions du problème, ce rendement diminuait de 5 °/o environ et oscillait entre 0.85 et 0,90.

Ces derniers résultats ont conduit les inventeurs à tenter l'application des engrenages à cames à des roues hydrauliques à marche lente.

C'est ainsi que l'on a pu commander des dynamos en partant de roues à augets tournant à 12 tours et même 4 tours.

Actuellement M. de Mocomble étudie la commande d'une transmission à 300 tours en partant d'une roue Sagebien tournant à un tour et demi.

L'on voit donc qu'il y a réellement là un dispositif nouveau per-

mettant de réaliser d'une façon simple des problèmes qui exigeaient jusqu'ici des combinaisons mécaniques coûteuses, encombrantes et compliquées.

Nous pourrions citer d'autres exemples, notamment pour les omnibus et camions à vapeur, à pétrole et électriques par trolley, dont l'effort initial varie de 20 à 50 chevaux de force.

Il paraît donc logique de croire que les applications, déjà multiples, qui en ont été faites, augmenteront rapidement en nombre lorsque le système sera plus connu du monde industriel.

En effet, pour tous les moteurs tournant à grande vitesse, tels que par exemple les dynamos ou les moteurs à essence (type de Dion, Bouton et Cie), et devant commander un organe à vitesse réduite, ces engrenages présentent indiscutablement la solution la plus simple et la meilleure. En même temps que leur emploi permet d'obtenir l'encombrement minimum, il assure un rendement en énergie supérieur à celui de toute autre transmission équivalente.

Disons enfin que le fonctionnement de ces organes est aussi silencieux que celui de l'engrenage taillé le plus parfait et qu'au point de vue de la résistance ils présentent évidemment, en raison de leur construction même, une supériorité indiscutable sur tous les tracés antérieurs.

Au point de vue de l'usage, ils ont donné toute satisfaction et présenté, après plusieurs mois de marche, des traces d'usure inappréciables (*).

En dehors des moteurs électriques et à essence, les engrenages à cames s'appliquent avec un égal succès, aux moteurs à vapeur à grande vitesse, aux transmissions souvent si compliquées de nombreuses machines-outils, à la commande des pompes à mouvement alternatif dont la vitesse doit toujours être assez faible si l'on veut arriver au maximum d'effet utile et, enfin, à tous les appareils de levage pour lesquels ils présentent les qualités maîtresses de grande solidité et d'encombrement minimum.

Tel qu'il est désormais, l'engrenage à cames est un mécanisme qui apparaît simple tout à la fois dans sa conception et sa fabrication; il ne faudrait pas en conclure qu'il en fut ainsi dès le prime abord.

C'est à la suite de longues et pénibles recherches, de tentatives nombreuses et d'applications variées que l'on est arrivé à la solution d'un problème hérissé de difficultés pratiques, avec des résultats

(*) Des harnais, en fonctionnement continu depuis plusieurs mois, n'ont décelé qu'une usure de moins d'un demi-millimètre sur la périphérie des cames.

qui font le plus grand honneur à M. Grisson, l'ingénieur habile et persévérant qui, pendant plusieurs années, s'est attaché à leur réalisation.

Son système trouvera des applications dans l'industrie, la marine, les machines agricoles et les appareils domestiques, partout où le moteur à grande vitesse exige une réduction de grand rapport, ce qui sera très souvent obligatoire pour les cas précités.

---


## M. Charles FABRY

Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille


---

### COMPARAISON DE LA LUMIÈRE DU SOLEIL AVEC CELLE DES ÉTOILES RECHERCHES DE PHOTOMÉTRIE SOLAIRE ET STELLAIRE [585.322]

---

*— Séance du 5 août —*

Grâce aux travaux de plusieurs générations d'astronomes, nous avons maintenant des données numériques précises sur la comparaison photométrique des étoiles entre elles. Il s'en faut de beaucoup que nos connaissances soient aussi exactes sur la lumière du soleil comparée à celle des étoiles. Certaines évaluations diffèrent dans le rapport de 1 à 10.

Nos données actuelles sont également peu précises sur la comparaison de la lumière du soleil ou des étoiles avec celle de nos sources artificielles, en particulier avec nos étalons photométriques. Pour la lumière du soleil, les évaluations sont extrêmement discordantes. Pour les étoiles, je ne connais aucune tentative de comparaison directe, et le calcul, en partant de l'éclat du soleil, serait doublement incertain, puisqu'il introduirait l'intensité solaire et le rapport du soleil aux étoiles qui sont tous deux mal connus.

La connaissance de ces diverses données numériques présente cependant un notable intérêt :

Pour les étoiles dont la parallaxe est connue, la connaissance du rapport de leur éclat apparent avec celui du soleil permet de calculer le rapport des intensités absolues de ces deux astres ; ce calcul est, jusqu'à présent, très incertain, à cause de l'incertitude sur les rapports photométriques.

mettant de réaliser d'une façon simple des problèmes qui exigeaient jusqu'ici des combinaisons mécaniques coûteuses, encombrantes et compliquées.

Nous pourrions citer d'autres exemples, notamment pour les omnibus et camions à vapeur, à pétrole et électriques par trolley, dont l'effort initial varie de 20 à 50 chevaux de force.

Il paraît donc logique de croire que les applications, déjà multiples, qui en ont été faites, augmenteront rapidement en nombre lorsque le système sera plus connu du monde industriel.

En effet, pour tous les moteurs tournant à grande vitesse, tels que par exemple les dynamos ou les moteurs à essence (type de Dion, Bouton et Cie), et devant commander un organe à vitesse réduite, ces engrenages présentent indiscutablement la solution la plus simple et la meilleure. En même temps que leur emploi permet d'obtenir l'encombrement minimum, il assure un rendement en énergie supérieur à celui de toute autre transmission équivalente.

Disons enfin que le fonctionnement de ces organes est aussi silencieux que celui de l'engrenage taillé le plus parfait et qu'au point de vue de la résistance ils présentent évidemment, en raison de leur construction même, une supériorité indiscutable sur tous les tracés antérieurs.

Au point de vue de l'usage, ils ont donné toute satisfaction et présenté, après plusieurs mois de marche, des traces d'usure inappréciables (*).

En dehors des moteurs électriques et à essence, les engrenages à cames s'appliquent avec un égal succès, aux moteurs à vapeur à grande vitesse, aux transmissions souvent si compliquées de nombreuses machines-outils, à la commande des pompes à mouvement alternatif dont la vitesse doit toujours être assez faible si l'on veut arriver au maximum d'effet utile et, enfin, à tous les appareils de levage pour lesquels ils présentent les qualités maîtresses de grande solidité et d'encombrement minimum.

Tel qu'il est désormais, l'engrenage à cames est un mécanisme qui apparaît simple tout à la fois dans sa conception et sa fabrication; il ne faudrait pas en conclure qu'il en fut ainsi dès le prime abord.

C'est à la suite de longues et pénibles recherches, de tentatives nombreuses et d'applications variées que l'on est arrivé à la solution d'un problème hérissé de difficultés pratiques, avec des résultats

(*) Des harnais, en fonctionnement continu depuis plusieurs mois, n'ont décelé qu'une usure de moins d'un demi-millimètre sur la périphérie des cames.

qui font le plus grand honneur à M. Grisson, l'ingénieur habile et persévérant qui, pendant plusieurs années, s'est attaché à leur réalisation.

Son système trouvera des applications dans l'industrie, la marine, les machines agricoles et les appareils domestiques, partout où le moteur à grande vitesse exige une réduction de grand rapport, ce qui sera très souvent obligatoire pour les cas précités.

---


# M. Charles FABRY

Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille


---

## COMPARAISON DE LA LUMIÈRE DU SOLEIL AVEC CELLE DES ÉTOILES RECHERCHES DE PHOTOMÉTRIE SOLAIRE ET STELLAIRE [585.322]

---

*— Séance du 5 août —*

Grâce aux travaux de plusieurs générations d'astronomes, nous avons maintenant des données numériques précises sur la comparaison photométrique des étoiles entre elles. Il s'en faut de beaucoup que nos connaissances soient aussi exactes sur la lumière du soleil comparée à celle des étoiles. Certaines évaluations diffèrent dans le rapport de 1 à 10.

Nos données actuelles sont également peu précises sur la comparaison de la lumière du soleil ou des étoiles avec celle de nos sources artificielles, en particulier avec nos étalons photométriques. Pour la lumière du soleil, les évaluations sont extrêmement discordantes. Pour les étoiles, je ne connais aucune tentative de comparaison directe, et le calcul, en partant de l'éclat du soleil, serait doublement incertain, puisqu'il introduirait l'intensité solaire et le rapport du soleil aux étoiles qui sont tous deux mal connus.

La connaissance de ces diverses données numériques présente cependant un notable intérêt :

Pour les étoiles dont la parallaxe est connue, la connaissance du rapport de leur éclat apparent avec celui du soleil permet de calculer le rapport des intensités absolues de ces deux astres ; ce calcul est, jusqu'à présent, très incertain, à cause de l'incertitude sur les rapports photométriques.

aux diverses époques, les comparaisons purement astronomiques ne peuvent que très difficilement donner des indications, presque toujours assez grossières.

Si la comparaison, faite dans un lieu donné, entre un astre et l'étalon photométrique, indique une variation de ce rapport, on peut en conclure soit que cet astre a varié, soit que l'absorption atmosphérique s'est modifiée. L'observation d'un certain nombre d'astres permettra de trancher la difficulté. L'influence de l'absorption atmosphérique sera en tout cas diminuée en observant dans une station élevée.

*Choix d'un étalon photométrique.* — Les seuls étalons actuellement employés dans la pratique sont des étalons *à flammes*, qui brûlent des produits hydrocarbonés divers. Quelques-uns de ces étalons ont une intensité suffisamment constante; mais, au point de vue qui nous occupe, ils ont tous un inconvénient extrêmement grave : leur lumière est de teinte très différente de celle du soleil et de la plupart des astres; elle est beaucoup trop riche en rayons de grande longueur d'onde, en d'autres termes, elle est fortement rouge par rapport à celle du soleil considérée comme blanche. Or, cette différence de teinte limite beaucoup la précision des comparaisons photométriques; entre lumières de même teinte, la précision des comparaisons peut, dans les meilleures conditions, dépasser le *centième;* il peut y avoir des incertitudes dépassant le *dixième* lorsque la différence de teinte est aussi grande que celle qui existe entre la lumière du soleil et celle d'une lampe à huile.

L'expérience montre qu'au moyen de milieux absorbants convenables, on peut modifier la teinte de la lumière de nos lampes, de manière à la ramener à celle du soleil. Il faut employer un absorbant de couleur bleue. Naturellement, l'interposition d'un pareil milieu modifie complètement la valeur de l'étalon photométrique, mais, si l'on a soin d'employer toujours le même milieu, sous une épaisseur constante, on aura un nouvel étalon de teinte convenable et aussi invariable que le premier.

Au lieu d'employer un *verre bleu,* que l'on n'est jamais sûr de pouvoir reproduire identique à lui-même, j'ai cherché à constituer un liquide, de composition chimique déterminée et qui puisse être reproduit par tous les observateurs. Le liquide dont je me sers est la dissolution ammoniacale d'oxyde de cuivre, obtenue en ajoutant de l'ammoniaque à une dissolution de sulfate de cuivre. Un litre de ce liquide contient :

| | |
|---|---|
| Sulfate de cuivre cristallisé ....... | 20 gr. 8 |
| Az $H^3$ (gaz sec) ............... | 16 gr. 4 |

On peut l'obtenir en prenant 100 centimètres cubes d'ammoniaque du commerce, de densité 0,93, étendant d'eau, àjoutant 20 gr. 8 de sulfate de cuivre cristallisé et additionnant d'eau de manière à former un litre.

Sous une épaisseur de 2,60 millim., ce liquide exerce l'absorption voulue pour donner à la lumière d'une lampe Carcel une teinte rigoureusement identique à celle de la lumière solaire. Le liquide est enfermé dans une cuve à faces parallèles, limitée par des glaces de 1,5 millim. d'épaisseur.

Les divers étalons à flammes ont à très peu de chose près la même teinte; aussi ce liquide peut-il servir indistinctement avec ces divers étalons; je m'en suis assuré sur la lampe Carcel, la lampe Blondel (alcool et benzine), les bougies ordinaires, la lampe Heffner (acétate d'amyle).

Il y a plus : le milieu absorbant modifie les *intensités* de ces diverses sources exactement de la même manière. Prenons par exemple une lampe Carcel et une lampe Heffner et comparons-les directement. Comparons-les ensuite en interposant devant l'une et l'autre (ou, ce qui est plus simple, devant l'œil) le milieu absorbant; on trouve exactement le même rapport (*).

Dans ce qui va suivre, je prendrai comme unité photométrique provisoire l'intensité que l'on obtient en faisant passer à travers la cuve décrite ci-dessus la lumière d'un étalon à flamme d'hydrocarbure ou d'huile quelconque, de *une bougie décimale*. Je désignerai cette unité par le symbole BS. L'unité d'éclairement sera l'éclairement produit par une source de 1 BS à 1 mètre de distance; je la désignerai par le symbole LS.

Ces unités sont bien définies, et c'est l'essentiel; elles peuvent être reproduites par tout le monde avec la même précision que la bougie décimale. Il est néanmoins utile de les exprimer en fonction des unités ordinaires des physiciens (bougie décimale et lux); ici reparaît inévitablement la difficulté de la photométrie hétérochrome, et les résultats présentent forcément une assez grande part d'arbi-

(*) La teinte de la lampe Heffner est très légèrement plus rouge que celle de la lampe Carcel et des autres étalons à flamme, mais la différence est très faible. Je ne pense pas qu'on puisse sérieusement invoquer cette différence de teinte comme un obstacle à l'emploi de la lampe Heffner.

On aurait pu s'attendre à ce que cette différence de teinte se traduisit par une différence dans l'absorption du sulfate de cuivre ammoniacal. Je me suis assuré directement que cette différence, si elle existe, est absolument insensible.

traire; mais du moins, si l'on juge à propos de modifier ce rapport, on saura comment devront être modifiés les nombres qui expriment les éclairements produits par les divers astres, et l'on n'introduit pas, dans la comparaison des astres entre eux, les difficultés étrangères au problème de la photométrie hétérochrome.

J'ai trouvé que 1 BS = 0,152 bougies décimales.

Par suite 1 LS = 0,152 lux.

Pour la définition de la bougie décimale, j'avais le choix entre les divers étalons à flamme, en particulier entre la lampe Heffner et la lampe Carcel. Comme on n'est pas définitivement d'accord sur le rapport entre ces deux étalons, il fallait choisir l'un ou l'autre comme étalon primaire. J'ai choisi l'étalon Heffner qui, malgré quelques petites imperfections, m'a paru nettement supérieur. J'ai admis que la lampe Heffner vaut 0,885 bougie décimale, de telle sorte que, lorsque je parlerai de bougie décimale, il faut entendre 1,13 Heffner. De même l'unité BS est 1,13 fois l'intensité que l'on obtient en interposant la cuve bleue sur le trajet des rayons de la lampe Heffner.

Pour les observations astronomiques, l'emploi direct d'un étalon à flamme serait impraticable. Je me suis servi comme *étalon secondaire* d'une lampe électrique à incandescence, employée dans les conditions que j'ai décrites dans un autre mémoire (voir ce volume, page 292). Cet étalon secondaire s'est toujours comporté d'une façon parfaite ; il est d'une constance absolue pendant des centaines d'heures et n'exige qu'une surveillance presque nulle. Cette lampe est de très petite dimension, et la petitesse du point lumineux est un avantage très notable.

*Emploi de deux réflexions pour ramener le faisceau à l'horizontale.* — Le faisceau de l'astre étudié est toujours ramené à la direction horizontale par réflexion. Une seule réflexion aurait l'inconvénient d'un pouvoir réflecteur variable avec l'incidence. J'emploie deux réflexions totales à 45° sur des prismes à réflexion totale. On peut ainsi ramener un faisceau quelconque dans la direction qu'on désire, et l'affaiblissement est toujours le même. Ce rapport (entre l'intensité du faisceau deux fois réfléchi et celle du faisceau incident) a été mesuré directement et trouvé égal à 0,77.

*Mesures solaires.* — La seule difficulté pour comparer l'intensité de la lumière solaire avec celle de nos étalons provient de l'énorme intensité de la première. Il faut l'affaiblir dans un rapport connu. Je me suis servi pour cela d'une méthode imaginée par Bouguer :

Faisons passer le faisceau solaire à travers une lentille (convergente ou divergente) de distance focale $f$ et plaçons un écran à une distance D du foyer. Si $t$ est le rapport de transmission du verre de la lentille (rapport entre l'intensité de la lumière transmise à travers une lame du même verre et l'intensité incidente), l'éclairement produit sur l'écran sera, avec celui que donnerait le faisceau solaire direct, dans le rapport $\frac{f^2}{D^2} t$.

Si au lieu d'une seule lentille on emploie un système formé de $n$ lentilles, la même expression reste applicable en remplaçant $t$ par $t^n$, ce qui donne $\frac{f^2}{D^2} t^n$. Pour des lentilles minces, la perte de lumière est uniquement due aux réflexions et l'on peut prendre $t = 0{,}915$, résultat parfaitement concordant des mesures directes et des formules de Fresnel (*).

Il est très facile de mesurer, avec une approximation supérieure au centième, la distance focale d'une lentille ou d'un système optique, même lorsque $f$ n'est que de quelques millimètres. On a donc un moyen de réduire dans un rapport connu, aussi grand que l'on veut, l'intensité de la lumière solaire.

J'emploie comme photomètre celui de Lummer et Brodhun, qui est le meilleur appareil actuellement existant. L'une des faces de l'écran photométrique est éclairée d'une manière constante par l'étalon photométrique avec sa cuve bleue. L'autre face reçoit le faisceau solaire à travers sa lentille; on établit l'égalité en faisant glisser la lentille, c'est-à-dire en faisant varier D. Les nombres doivent subir des corrections : 1° pour ramener à la moyenne distance du soleil à la terre; 2° pour ramener au zénith, en tenant compte de la différence d'absorption atmosphérique. D'ailleurs presque toutes les observations ont été faites vers midi et près du solstice d'été; cette correction est alors négligeable.

On trouve naturellement des nombres variables avec l'état du ciel. Mais, si l'on ne fait entrer en ligne de compte que les jours de ciel franchement beau, c'est-à-dire où l'œil ne perçoit aucun nuage ou nébulosité du côté du soleil, les résultats sont remarquablement concordants.

La valeur de l'éclairement solaire, à la moyenne distance à la terre et au zénith, est de 660.000 LS, soit 100.000 lux.

La plupart des résultats donnés par les autres observateurs sont

(*) O. N. Rood, *Amer. Journ.* (2), t. XLIX, p. 145, et t. L, p. 1; 1870 et Mascart, *Traité d'optique*, t. II, p. 475.

notablement trop faibles ; beaucoup de ces observations ont, du reste, été faites dans des conditions déplorables et, en particulier, avec le soleil beaucoup trop près de l'horizon.

Je dois faire remarquer que ces observations sur le soleil sont bien plus précises que les comparaisons entre étoiles : celles-ci se font par égalisation de deux points lumineux, tandis que dans le cas des mesures solaires faites par la méthode que je viens de décrire, l'observation consiste à égaliser les éclairements de deux surfaces, ce dont l'œil juge avec bien plus de précision. En fait, sur une mesure isolée, on atteint à peu près la précision du centième, ce qui correspondrait dans les comparaisons stellaires à une incertitude moindre que 0,01 de grandeur.

*Mesures stellaires.* — La manière la plus simple et la plus directe de comparer la lumière d'une étoile à celle d'un étalon photométrique consiste à s'éloigner progressivement de cet étalon jusqu'à ce que, vu à l'œil nu, il apparaisse comme un point lumineux identique à l'étoile qu'on veut lui comparer. La lumière de l'étoile sera renvoyée dans la même direction que celle qui vient de l'étalon au moyen du système de deux prismes à réflexion totale.

J'ai employé cette méthode au début de mes recherches ; elle a l'inconvénient d'exiger un très grand espace découvert (3 à 400 m. pour les étoiles de première grandeur) ; il est de plus assez difficile de réitérer plusieurs fois la mesure. Pour les mesures définitives, j'ai préféré adopter un dispositif un peu moins direct, mais préférable.

Je produis une étoile artificielle dont on peut faire varier l'éclat dans un rapport connu. La lampe électrique étalon L est munie de sa cuve bleue C (*fig. 1*). La lumière traverse un système optique de

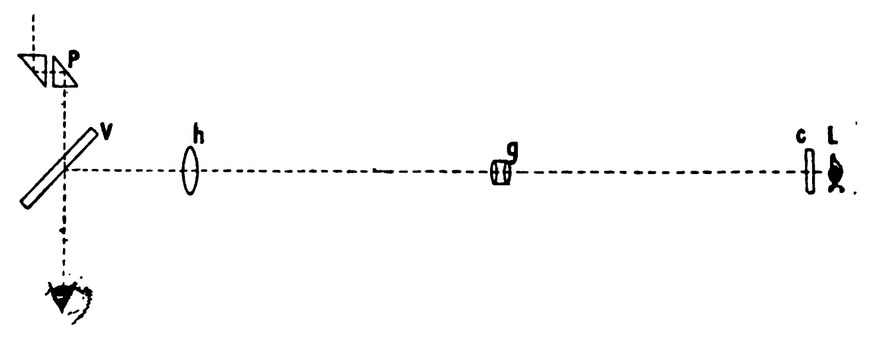



Fig. 1.

très court foyer $g$ qui donne une petite image de la lampe, située sensiblement à son foyer de gauche. La lentille $h$ rend le faisceau parallèle. Ce faisceau tombe à 45° sur une lame de verre V, très légèrement prismatique, afin que les deux images soient séparées. La lumière de l'étoile parvient à l'observateur à travers la lame V après réflexions sur les prismes P. On voit alors l'une à côté de l'autre l'étoile vraie et une étoile artificielle; pour faire varier cette dernière, il suffit de déplacer la lampe. Si D est sa distance au foyer de droite de $g$, l'éclat de l'étoile artificielle est de $\frac{K}{D^2}$, K étant la constante de l'appareil. Pour la déterminer, il suffit de faire une observation en prenant comme étoile une lampe étalon placée à une distance connue (quelques centaines de mètres).

Presque toutes les observations ont été faites sur l'étoile Véga. Elles m'ont conduit au résultat suivant :

L'éclairement produit par Véga au zénith est $11{,}2 \times 10^{-6}$ LS, ou $1{,}7 \times 10^{-6}$ lux.

Il en résulte le rapport $\frac{\text{Soleil}}{\text{Véga}} = 6 \times 10^{10}$ (60 milliards).

Admettant pour Véga la grandeur 0,2, on trouve alors que le soleil à la moyenne distance est un astre de grandeur — 26,7.

Enfin, les observations déterminent la constante A de la formule (1) qui lie la grandeur à l'éclairement. On trouve alors que, si un astre de grandeur $g$ produit un éclairement de E lux, on a les relations

$$E = 2{,}1 \times 10^{-6} \times (0{,}4)^g$$
$$g = -14{,}2 - 2{,}5 \log. E$$

Un éclairement de 1 lux correspond à la grandeur — 14,2.

Toutes les observations précédentes ont été faites à la Faculté des sciences de Marseille, à une vingtaine de mètres d'altitude. Des observations analogues, faites sous divers climats et diverses altitudes, seraient d'un grand intérêt.

Les plus faibles étoiles visibles à l'œil nu sont de grandeur 6. La formule précédente donne, pour l'éclairement qu'elles produisent, la valeur $10^{-8}$ lux. L'œil est donc capable de voir une source de lumière qui produit un éclairement de $10^{-8}$ lux lorsque les rayons tombent directement dans l'œil et que la source se présente sans diamètre apparent sensible. En d'autres termes, on peut voir à l'œil nu une bougie à 10 kilom., abstraction faite de l'absorption atmosphérique. Avec une lunette qui montre les étoiles de quatorzième

grandeur, le plus petit éclairement perceptible est $6 \times 10^{-12}$; on verrait une bougie à 400 kilom. si l'absorption atmosphérique n'existait pas.

Occupons-nous enfin des intensités absolues des astres dont la distance nous est connue. Soit une étoile de grandeur $g$ et dont la parallaxe, exprimée en secondes, est $p$. Un calcul facile montre que le rapport des intensités absolues du soleil et de cette étoile est donné par

$$\log. \frac{\text{Soleil}}{\text{Etoile}} = 0{,}07 + 2 \log. p + 0{,}4\, g.$$

Voici le résultat trouvé pour quelques étoiles dont la parallaxe est plus ou moins exactement connue. Les parallaxes sont extraites de l'annuaire du Bureau des Longitudes.

| ÉTOILE | $p$ | $g$ | $\frac{\text{Soleil}}{\text{Etoile}}$ |
|---|---|---|---|
| α Centaure ....... | 0,72 | 0,2 | 0,75 |
| 21.185 Lalande... | 0,48 | 6,8 | 142 |
| 61 Cygne ........ | 0,44 | 5,1 | 25 |
| Sirius ........... | 0,37 | −1,4 | 0,045 |
| 34 Groombridge.. | 0,31 | 7,9 | 170 |
| Procyon ......... | 0,27 | 0,5 | 0,13 |
| η Cassiopée ...... | 0,21 | 3,6 | 1,45 |
| α Aigle .......... | 0,20 | 0,9 | 0,11 |
| Véga ............ | 0,15 | 0,2 | 0,033 |
| Polaire .......... | 0,07 | 2,2 | 0,043 |

Le soleil, vu d'une étoile de parallaxe $p$ serait une étoile de grandeur

$$g = -0{,}2 - 5 \log. p.$$

| Parallaxe | Grandeur du soleil vu à cette distance |
|---|---|
| 1″ | — 0,2 |
| 0,5 | 1,3 |
| 0,2 | 3,3 |
| 0,1 | 4,8 |
| 0,05 | 6,3 |
| 0,01 | 9,8 |

Enfin, l'intensité totale que le soleil envoie dans la direction de la terre est, après son affaiblissement par notre atmosphère, $2{,}2 \times 10^{27}$ bougies. Comme on peut admettre, vraisemblablement, que cet

éclat est à peu près le même dans toutes les directions, le flux lumineux total émis par le soleil serait, après absorption atmosphérique, $2,8 \times 10^{28}$ lumens.

Si l'on suppose que l'éclat apparent du disque solaire est uniforme, on trouve que 1 millimètre carré de la surface solaire envoie normalement une intensité lumineuse de 1400 bougies. L'hypothèse faite n'est d'ailleurs pas exacte ; le centre du disque paraît plus brillant que les bords, de sorte que le nombre indiqué est un minimum ; il est de plus affecté par l'absorption atmosphérique. Le nombre vrai, qui exprime l'intensité lumineuse émise normalement par millimètre carré de la surface solaire, ne doit pas être très éloigné de 3.000 bougies. Rappelons que, pour le cratère positif de l'arc électrique, on trouve des nombres voisins de 150 à 200 bougies par millimètre carré.

---

M. Ulysse LALA

Docteur ès Sciences, Professeur de Physique à l'École des Beaux-Arts
et des Sciences industrielles
et à l'École Supérieure de Commerce de Toulouse

ET

M. J. RODA-PLIUS

Boursier d'Agrégation des Sciences mathématiques à l'Université de Toulouse

## REPRÉSENTATIONS GRAPHIQUES SIMPLIFIÉES

*— Séance du 5 août —*

Dans l'orientation nouvelle imprimée à l'enseignement élémentaire de la physique, l'emploi de diagrammes représentatifs, utilisés d'ailleurs par la plupart des professeurs, prend une importance particulière. Car, comme l'a si justement dit M. H. Bouasse dans une étude très remarquée sur l'*Enseignement des Sciences physiques dans l'Enseignement secondaire*, publiée en juin 1901 dans le journal l'*Enseignement secondaire*, « tous ceux qui s'occupent de sciences savent quels avantages sont attachés à l'emploi du tracé graphique pour représenter la forme des fonctions empiriques, pour

résoudre pratiquement les problèmes qui s'y rapportent, pour en étudier d'une manière générale les propriétés les plus importantes..... Les œuvres de grossière vulgarisation elles-mêmes, ....., utilisent la généralité et la simplicité de la méthode de représentation graphique ».

Mais, si certaines lois simples, le mouvement uniforme, la seconde loi de la réfraction (*) par exemple, se prêtent à une représentation *linéaire* immédiate et si ce cas se présente d'ailleurs toujours lorsque l'on considère de faibles variations de la variable (dilatations, variation de résistance sous l'influence de la température, etc.), malheureusement, il n'en est pas toujours ainsi, et l'on se trouve dès le commencement de l'étude de la physique, en présence de lois fondamentales qui s'expriment analytiquement par des fonctions plus compliquées. Telles sont les lois des espaces dans la chute des corps et de la compressibilité des gaz. On se trouve même parfois en présence de formules comme

$$h = He^{-az}$$

donnant la pression atmosphérique $h$ à un niveau $z$ sur une verticale à température constante au pied de laquelle la pression est H.

Or, si les élèves abordant l'étude de la physique comprennent assez aisément les considérations de proportionnalité et, par suite, les représentations linéaires, ils sont, par contre, dans l'ignorance absolue des propriétés des courbes, même de celles dites *usuelles* et, par suite, éprouvent des difficultés insurmontables dans le cas des figurations non linéaires.

Il y a donc intérêt à *ramener, autant que possible, les diagrammes représentatifs à des lignes droites.*

Il est un cas très fréquent auquel on peut appliquer immédiatement cette méthode de réduction : c'est celui des formes hyperboliques; lois de Mariotte et d'Ohm

$$VH = K \qquad\qquad IR = E$$

qui se représentent par des *hyperboles équilatères* entre leurs *asymptotes*, quand on prend pour coordonnées V et H dans un cas I et R dans l'autre. Pour réaliser ici la simplification que nous proposons, il suffit de prendre, dans le cas de la loi de Mariotte, pour abscisses les volumes V et pour ordonnées les inverses $\frac{1}{H}$ des pres-

(*) En prenant pour abscisses les valeurs de sin $i$ et pour ordonnées celles de sin $r$.

sions et pour la loi d'Ohm, d'adopter pour abscisses les résistances R et pour ordonnées les inverses $\frac{1}{I}$ des intensités (*). Immédiatement le diagramme de chacune de ces deux lois est une droite

$$y = Ax$$

issue de l'origine.

Dans chacun de ces cas, on peut même déterminer graphiquement une partie inconnue et fixe du volume ou de la résistance. On doit observer, en effet, que si l'on a

$$V = \rho + \rho' \qquad\qquad R = r + r'$$

$\rho'$ et $r'$ étant fixes mais inconnus, l'adoption de $\rho$ ou $r$ variables et connus comme abscisses et de $\frac{1}{H}$ ou $\frac{1}{I}$ comme ordonnées donne alors une droite ne passant pas par l'origine, qui fournit comme abscisse d'ordonnée nulle la valeur de $\rho'$ ou de $r'$ suivant le cas (**).

Cette introduction de l'inverse d'une des deux variables paraît très naturelle si l'on observe que cette manière de faire est couramment utilisée en optique pour l'évaluation des distances focales en dioptries, c'est-à-dire pour définir les puissances. Il est possible de donner une représentation linéaire de la formule hyperbolique des miroirs et lentilles

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f}$$

qui devient

$$d + d' = N$$

en remplaçant les longueurs $p$, $p'$, $f$, exprimées en mètres par leurs inverses, ce qui donne alors pour diagramme une droite.

Appliquons ce procédé aux expériences de Regnault sur la loi de Mariotte en prenant pour abscisses les valeurs de $\frac{1}{\rho}$ et pour ordonnées les pressions $p$. Pour l'air et l'hydrogène, ces expériences donnent (***)

(*) Ou inversement suivant les circonstances.

(**) Ce mode de représentation est précisément celui adopté par M. H. Bouasse pour établir la notion de force électromotrice dans son Manuel de *Mécanique et Physique modernes* (p. 369).

(***) Voir : Violle, Cours de Physique, Tome I, page 865.

| $\rho$ | $\frac{1}{\rho}$ | $p$ Air | $p$ Hydrogène |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1,0000 | 1,0000 |
| $\frac{1}{2}$ | 2 | 1,9978 | 2,0011 |
| $\frac{1}{4}$ | 4 | 3,9874 | 4,0069 |
| $\frac{1}{8}$ | 8 | 7,9457 | 8,0339 |
| $\frac{1}{12}$ | 12 | 11,8822 | 12,0845 |
| $\frac{1}{16}$ | 16 | 15,8045 | 16,1616 |
| $\frac{1}{20}$ | 20 | 19,7199 | 20,2687 |

D'après la loi de Mariotte, on devait avoir

$$p\rho = 1$$

c'est-à-dire, dans notre mode de représentation, la droite

$$p = \left(\frac{1}{\rho}\right)$$

bissectrice de l'angle des axes, ce qui est *pratiquement* mais non rigoureusement réalisé, de sorte que les points représentatifs se placent pour l'air sensiblement sur une droite issue de l'origine, très voisine de la bissectrice, mais au-dessous de celle-ci (*). De même pour l'azote et le gaz carbonique. Pour l'hydrogène qui se comprime moins que ne le voudrait la loi, les points se disposent linéairement au-dessus de la bissectrice (**).

On peut encore, ainsi que l'a déjà fait l'un de nous (***), prendre comme abscisses les pressions initiales $P_0$ sous le volume 1 et comme ordonnées les différences $2\,P_0 - P_1$ entre le double de la

(*) Cette droite est représentée, pour l'air, par l'équation $p = 0{,}989\left(\frac{1}{\rho}\right)$

(**) Dans le cas de l'hydrogène, on a $p = 1{,}013\left(\frac{1}{\rho}\right)$.

(***) Ulysse LALA : *Recherches expérimentales sur l'élasticité des mélanges gazeux; Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse :* 1re Série, Tome V, Année 1891, page G. 32.

pression initiale considérée et la pression finale $P_1$ relative au volume $\frac{1}{2}$. Avec ces conventions, la loi de Mariotte est représentée par

$$(2\,P_0 - P_1) = 0$$

c'est-à-dire par l'axe des abscisses et, en utilisant les nombres de Regnault, on obtient *rigoureusement* des *droites* issues de l'origine, au-dessus de l'axe des abscisses pour les gaz plus compressibles (air, N, $CO^2$) et au-dessous pour l'H (*).

La loi de Jurin

$$(h) = \frac{2\,A}{d}\left(\frac{1}{r}\right)$$

se prête évidemment à des remarques analogues à celles que nous venons de faire sur les lois de Mariotte et d'Ohm.

Il sera toujours possible de faire subir aux lois *paraboliques* une transformation linéaire en prenant pour coordonnées une des variables et le carré de l'autre.

C'est ainsi que la loi des espaces dans la chute des corps sans vitesse initiale

$$e = \frac{1}{2}\,gt^2$$

devient

$$y = \frac{1}{2}\,g.\,x$$

*droite* passant par l'origine.

D'ailleurs, en prenant une origine des temps convenable, la forme la plus générale du mouvement parabolique peut toujours être ramenée à

$$e = A + Bt^2$$

réductible à la droite

$$y = A + Bx$$

(*) Les équations de ces droites sont représentées par la formule

$$(2\,P_0 - P_1) = k\,P_0$$

les valeurs du coefficient angulaire $k$ étant

+ 0,0022 pour l'air, —
+ 0,0170 — le gaz carbonique $CO^2$, —
+ 0,0013 — l'azote N, —
— 0,0011 — l'hydrogène H.

en posant

$$y = e \qquad x = t^2 \quad (*)$$

De même, on représentera linéairement les quantités de chaleur $y$ (en cal-gr.) dégagées par des courants d'intensités variables $I^{\text{amp}}$ passant durant un même temps $t^{\text{sec.}}$ dans une même résistance $R^{\omega}$, (loi de Joule), par la droite

$$y = (0{,}24\ Rt)\ x$$

en posant

$$x = I^2.$$

Ce procédé de simplification, aisément généralisable, peut s'appliquer fréquemment. C'est ainsi qu'un grand nombre de phénomènes physiques sont représentés par la fonction

$$\frac{y}{y_0} = e^{-Ax}$$

qui se transforme immédiatement en

$$\log y = \log y_0 - Ax$$

forme simple sous laquelle il est possible de la donner aux élèves peu avancés.

Tels sont les exemples suivants cités par M. H. Bouasse dans un article *sur l'aide réciproque que les professeurs de physique et de mathématiques doivent se prêter* (**) :

1° Barre de longueur pratiquement infinie, chauffée à l'une de ses extrémités ;

(*) Ainsi l'équation $$e = V_0 t + \frac{1}{2} g t^2$$
réprésentant une parabole d'axe parallèle à celui des $e$, se simplifie en changeant l'origine des temps par la définition

$$t = -\frac{V_0}{g} + T$$

ce qui revient à prendre l'axe de cette parabole pour nouvel axe des $e$. Dans ces conditions, l'équation devient

$$e = -\frac{V_0^2}{2g} + \frac{g}{2} T^2$$

Appliquons le mode de transformation indiqué

$$y = e \qquad x = T^2$$

nous avons la droite

$$y = A + Bx$$

en posant

$$A = -\frac{V_0^2}{2g} \qquad B = \frac{g}{2}.$$

(**) *Journal de Physique, Chimie et Histoire naturelle élémentaires* de A. Buguet, tome XVII, année 1901-1902, page 97.

2° Refroidissement d'un corps placé dans une enceinte à température constante;

3° Variation de la pression atmosphérique le long d'une verticale, en supposant la température constante.

En posant

$$Y = \log y$$

et

$$B = \log y_0$$

on a dans tous ces cas et les analogues, une droite

$$Y = B - Ax.$$

En résumé, nous estimons qu'en raison de l'intérêt indiscutable qui s'attache aux représentations graphiques, il importe de les simplifier et de les ramener, autant que possible, à des diagrammes linéaires afin de les rendre plus compréhensibles aux débutants auxquels elles faciliteront l'étude et l'intelligence des phénomènes physiques (*).

---

M. DEMERLIAC

Professeur de Physique à l'École de Médecine de Caen

## RECHERCHES SUR LA RÉSISTIVITÉ DE L'URINE HUMAINE

[537.311:611.46]

— *Séance du 5 août* —

L'urine peut être regardée comme une solution aqueuse d'un grand nombre de composés : les uns sont de nature organique, les autres sont des sels minéraux. C'est à ces derniers seulement qu'est due la conductibilité électrique et, comme la richesse saline est très variable,

(*) Dans les expériences personnelles, ces simplifications seront souvent commodes. Si, par exemple, on se trouve en présence d'une fonction hyperbolique de la forme

$$Ax^2 - By^2 = C$$

il y aura avantage à poser

$$x^2 = u \qquad y^2 = t$$

ce qui conduira à vérifier, chose très facile, que les points expérimentaux sont en ligne droite.

il en sera de même de la conductibilité. Il est donc tout naturel de la déterminer, ou bien son inverse qui est la résistivité (*), comme complément de toute analyse quantitative.

La méthode de Kohlrausch permet de faire rapidement et avec une grande approximation les mesures de résistivité des électrolytes; c'est elle que j'ai appliquée dans ce cas particulier. Mais, voulant réaliser un appareil simple, peu coûteux, de manœuvre aisée utilisable en clinique, je me suis arrêté au dispositif suivant :

Le pont avait deux résistances fixes formées par deux tubes en U contenant une solution de sulfate de cuivre pur, les électrodes en cuivre recouvert d'un dépôt électrolytique plongeaient de quelques centimètres dans cette solution; après réglage de la résistance, les orifices des tubes étaient bouchés et cachetés à la cire Golaz. Ces tubes avaient sensiblement la même résistance (environ 800 ohms); ils étaient placés côte à côte et par conséquent toujours à la même température.

L'urine à étudier était contenue dans un tube droit en verre, entouré d'un manchon également en verre, où l'on pouvait faire circuler de l'eau à température constante; un support maintenait le système verticalement. Le tube était fermé à ses deux bouts par des bouchons en liège, traversés par des charbons à lumière entrés à frottement dur dans des disques de charbon ayant sensiblement le même diamètre que le tube. Ces charbons servent d'électrodes; on peut amener leur bord libre à l'affleurement de repères marqués sur le tube. La distance de ces repères étant bien déterminée, ainsi que la section moyenne du tube, on réalisait ainsi une colonne de liquide de dimensions connues. Naturellement, toutes les précautions étaient prises pour que les charbons soient débarrassés de toute substance soluble pouvant, en se dissolvant dans l'urine, en modifier la résistivité. Le bouchon inférieur étant en place, le tube était rempli et, en enfonçant doucement le bouchon supérieur, on amenait le charbon à sa place sans qu'une bulle d'air restât emprisonnée au-dessous de lui (**).

La résistance du liquide contenu dans ce tube était compensée par

(*) La résistivité étant la résistance d'une colonne d'urine ayant une section de 1 centimètre carré et une longueur de 1 centimètre, résistance évaluée en ohms légaux.

(**) J'ai employé deux tubes ainsi construits; l'un avait une longueur de 53 centimètres entre les repères et une section de 3 cq. 1; l'autre avait une longueur de 20 centimètres et une section de 3 cq. 943. Le coefficient $\frac{s}{l}$ était alors pour le premier 0,0584; pour le deuxième 0,1971. En conséquence, la résistivité $\rho$ s'obtenait avec chaque tube en faisant le produit de la résistance R trouvée pour la colonne liquide par le coefficient correspondant.

celle d'une solution de sulfate de cuivre contenue dans un grand tube en U fixé sur une planchette verticale mobile, dont le mouvement, produit au moyen d'un pignon engrenant avec une crémaillère, était aussi lent qu'on le voulait. Deux gros fils de cuivre, fixes, plongeaient dans la solution suivant l'axe du tube; ils étaient eux aussi recouverts d'un dépôt électrolytique. En faisant monter ou descendre la planchette, et par conséquent le tube, la résistance du système pouvait varier dans des limites considérables, de 150 à 900 ohms, ordinairement, avec la concentration de la solution employée; mais l'on conçoit qu'en faisant varier cette concentration on pourra obtenir des limites très différentes, convenables pour les urines étudiées, les tubes à liquide utilisés, etc. La course de la planchette étant de 20 centimètres, on voit que chaque millimètre de hausse ou de baisse du tube amenait une variation de 4 à 5 ohms dans la résistance du système.

Le courant alternatif qui traversait les branches du pont était produit par un petit moteur de Gramme à anneau; deux prises de courant à 180° permettaient de recueillir le courant et la rotation de l'anneau était obtenue en lançant dans le moteur le courant continu fourni par quatre accumulateurs. Avec un rhéostat placé en série dans le circuit, il était possible de faire varier à volonté et simultanément la vitesse de rotation, la force électromotrice du courant alternatif engendré et sa fréquence. Mais cette force électromotrice était un peu faible, les résistances à traverser étant considérables; un transformateur à circuit magnétique fermé permettait de l'élever facilement à 25 volts environ. Ce dispositif avait l'avantage de fournir un courant alternatif, sensiblement sinusoïdal; par suite, le son rendu par le téléphone était très pur et l'observation des minima très facile.

D'ailleurs, pour un téléphone donné, il y a toujours une fréquence pour laquelle le silence est plus facile à observer; grâce au rhéostat, il était aisé d'obtenir cette fréquence et de se placer dans les meilleures conditions d'observation.

Il est à remarquer qu'il n'est pas nécessaire d'employer un pareil producteur de courant alternatif; on peut faire de très bonnes mesures en utilisant une bobine de Ruhmkorff à chariot, modèle Du Bois-Reymond que l'on trouve partout dans les cliniques et dont l'interrupteur, fonctionnant sans bruit, permet de faire varier la fréquence du courant alternatif induit dans des limites considérables. Le dispositif de cette bobine permet aussi de faire varier la force électromotrice du courant; il suffit de changer la bobine induite ou

de faire varier sa distance à la bobine inductrice. On peut donc toujours se placer dans les meilleures conditions possibles.

Quant aux capacités des tubes, elles doivent naturellement être choisies avec soin, pour éviter les différences de décalage entre la force électromotrice et le courant. Ce choix est le meilleur quand le silence s'obtient au téléphone; en outre, il est bon que les tubes à liquide aient des capacités voisines de celles des boîtes de résistances commerciales, si l'on veut comparer les résistances de ces tubes avec celles des bobines de ces boîtes.

La résistance compensatrice, constituée par le tube à sulfate de cuivre, se gradue facilement en ohms à une température donnée, soit au moyen de boîtes de résistances, soit au moyen d'une solution titrée de chlorure de potassium d'après les résultats établis par MM. Bouty et Kohlrausch.

Une table de corrections s'établit facilement pour les cas où la température de la solution de sulfate serait différente de celle qu'elle avait au moment de la graduation. D'ailleurs, il est facile de vérifier les résultats après chaque mesure ou chaque série en substituant au tube à urine soit le tube à chlorure de potassium, soit une boite de résistances, et cela par le simple jeu d'un commutateur.

Ainsi monté, l'appareil permettait d'apprécier une variation de résistance de moins de 2 ohms; or la résistance ordinaire que l'on mesurait était d'environ 300 ohms au minimum. L'approximation de la mesure ressort donc à $\frac{1}{150}$ pour la résistance de la colonne de liquide. La résistance trouvée R peut donc être $R \pm 2$. Or nous aurons $\rho = R \times 0,1971$ et ce coefficient a été trouvé après 2 mesures toutes les deux sujettes à erreur. Sans entrer dans le détail des calculs, je trouve que $\rho$ est obtenu avec une erreur moyenne de $0^{\omega},5$ environ sur 60 ohms, c'est-à-dire que l'approximation dans la mesure de $\rho$ ressort à $\frac{1}{100}$ environ, ce qui est suffisant.

Ces mesures de R ont été faites à $+13°$, température facile à obtenir et à maintenir en toute saison avec l'eau d'une grande ville, sans la complication du thermostat. Mes observations ont porté sur 6 personnes pendant plusieurs mois, deux hommes, deux femmes, deux enfants, ayant une bonne santé générale et n'ayant eu pendant ce laps de temps aucune maladie, même légère, capable de déterminer un mouvement fébrile. L'alimentation a toujours été variée, copieuse, la boisson étant pour les uns le vin coupé d'eau bouillie,

pour les autres le cidre. Je crois donc pouvoir donner ces mesures comme faites sur l'urine humaine normale.

*Variations de la résistivité dans la même journée.* — L'urine émise à divers moments de la journée n'a pas la même composition; elle est plus ou moins aqueuse et par suite la résistivité varie. L'expérience montre que cette variation est considérable et suit une marche régulière. Afin de faire des comparaisons, je partage l'urine en quatre parts : 1° Celle émise le matin au lever, vers 7 heures; 2° celle émise à midi, avant le déjeuner; 3° celle émise à 6 heures du soir, avant le dîner; 4° enfin celle émise au moment du coucher, après le dîner, c'est-à-dire vers dix heures du soir environ.

La première partie a la résistivité maximum, bien que cette urine, ayant séjourné toute la nuit dans la vessie, ait une coloration foncée et une densité élevée. La deuxième partie a au contraire la résistivité minimum, presque la moitié de la précédente, ce qui semble indiquer qu'après le réveil il y a élimination beaucoup plus considérable de matériaux de nature saline, tandis que la nuit il y aurait plutôt élimination de matériaux de nature organique. La troisième partie représente l'urine émise après le repas de midi, ordinairement le plus copieux et le plus fortement arrosé; elle doit être naturellement plus aqueuse et partant plus résistante; l'expérience le montre, mais la résistivité reste très notablement inférieure à celle trouvée pour l'urine de la nuit. Quant à l'urine émise au moment du coucher, il faut s'attendre à lui trouver une résistivité voisine de la précédente, mais plutôt un peu plus faible. Les nombres du tableau suivant sont des moyennes obtenues avec l'urine d'un homme de 36 ans :

| | |
|---|---|
| 1re partie | 83 ohms. |
| 2e » | 49 » |
| 3e » | 65 » |
| 4e » | 61 » |

Le mélange de ces 4 parties constituant l'urine des vingt-quatre heures avait une résistivité moyenne, pendant la même période, de 70 ohms. Il faut donc faire les mesures de résistivité, comme d'ailleurs toutes les observations sur l'urine en prélevant un échantillon du produit total des 24 heures.

*Variation de la résistivité avec le temps.* — La résistivité d'une urine augmente de 2 à 3 pour cent pendant les premiers jours qui suivent son émission (la durée de l'augmentation dépend de l'urine, c'est-à-dire de son acidité plus ou moins grande et de la température à laquelle elle est maintenue); cette augmentation est corrélative de la disparition de l'acidité, puis la résistivité diminue, revient au bout de quelques jours à sa valeur première et finalement devient un peu plus faible. Cette diminution correspond à la formation du carbonate d'ammonium par fermentation de l'urée.

RÉSISTIVITÉS

| initiale. | après 2 jours. | après 3 jours. | après 5 jours. | après 8 jours. | après 15 jours. |
|---|---|---|---|---|---|
| 106 | 109 | 108 | 107 | 105 | 102 |
| 65,5 | 66,8 | 66,5 | 65 | 64 | 62 |
| 66,4 | 67 | 66,5 | 66,5 | 65 | 65 |
| 78,7 | 78 | 76 | 75,5 | 74 | 72,5 |

L'examen de ce tableau montre que la variation n'a pas pour chaque échantillon suivi la même marche; il importe donc, si l'on veut avoir des mesures comparables, d'opérer toujours avec de l'urine de la veille et de la conserver autant que possible à la même température dans des vases bouchés.

*Variation de la résistivité avec la composition.* — La résistivité pour une même personne n'est pas proportionnelle au volume; d'autre part certaines urines très denses peuvent avoir des résistivités plus grandes que d'autres qui sont moins denses, la densité dépendant des produits extractifs totaux. Ainsi nous trouvons pour une même personne et 4 jours consécutifs :

| Volume de l'urine émise en 24 heures. | Densité à + 15°. | Résistivité à + 15°. |
|---|---|---|
| 2100cc | 1,016 | 65ω,5 |
| 1450 | 1,020 | 62 |
| 1700 | 1,019 | 61 5 |
| 1460 | 1,019 | 70 5 |

Si, au contraire, nous dosons le chlorure de sodium en solution dans une urine, nous trouvons que la résistivité augmente ou diminue d'une façon régulière avec la diminution ou l'augmentation de la richesse en sel marin, sans qu'il y ait toutefois une proportionnalité inverse rigoureuse. Les nombres suivants se rapportent à une même personne et pour des cas pris au hasard.

*Homme de 36 ans*

| Volume émis en 24 heures | Densité à 15° | Résistivité à 13° | Poids de Na Cl par litre en grammes |
|---|---|---|---|
| 1700 | 1,020 | 63 | 8,2 |
| 1625 | 1,021 | 57 | 9,2 |
| 1260 | 1,023 | 55 | 9,6 |
| 1875 | 1,0185 | 65 | 7,93 |
| 1800 | 1,0165 | 71,5 | 7,15 |
| 1400 | 1,023 | 49 | 11,6 |
| 1560 | 1,020 | 55,5 | 10 |

La conductibilité de l'urine dépend donc, en très grande partie, du chlorure de sodium qu'elle contient; la mesure de la résistivité nous renseignera avec une exactitude suffisante, dans un certain nombre de cas, sur la teneur en sel marin et cette mesure a l'avantage d'être très rapide tandis qu'un dosage par les méthodes ordinaires est toujours assez long.

A propos de ce dosage, je ferai remarquer qu'on peut le faire assez

facilement et avec toute la précision que donne la méthode volumétrique de la manière suivante. On prend 10 centimètres cubes de la solution d'azotate d'argent au titre de 29 gr. 075 par litre et on les met dans une petite capsule de porcelaine; on ajoute de l'acide acétique cristallisable pour aciduler fortement et 2 gouttes de solution de chromate de potassium pour obtenir le précipité rouge connu. Ceci fait, à l'aide de la burette de Mohr, on fait couler l'urine dans la liqueur en agitant toujours avec une baguette de verre jusqu'à décoloration. Le virage est très net et bien visible sur le blanc de la porcelaine, bien plus net qu'en opérant d'une façon inverse, comme on le conseille généralement.

S'il a fallu $n$ centimètres cubes de l'urine pour obtenir cette décoloration, le poids en grammes de $NaCl$ par litre se trouve en faisant le quotient de 100 par $n$.

Quand l'urine est fortement colorée, ou bien si elle est fournie par un malade, on en prend 50 centim. cubes; on y ajoute quelques gouttes d'acide sulfurique pur et 20 cent. cubes d'une solution de permanganate de potassium au centième. Après ébullition on neutralise avec de la craie pure et l'on filtre avec les précautions ordinaires, de manière à avoir 100 centimètres cubes de liqueur claire. C'est cette liqueur que l'on emploie aux lieu et place de l'urine en appliquant la méthode précédente; mais, le volume ayant été doublé, le poids de sel marin, par litre, s'obtient en grammes en faisant le quotient de 200 par $n$ ($n$ représentant le nombre de cent. cubes de liqueur employé).

Je me suis assuré que ce procédé donnait les mêmes résultats que tous ceux indiqués par les auteurs, et il m'a paru avoir l'avantage de la rapidité et de la simplicité dans les manipulations.

Cependant les autres sels en solution ne sont pas sans influence; pour s'en rendre compte il suffit de comparer la résistivité trouvée pour une urine donnée, à celle d'une solution de chlorure de sodium dans l'eau pure ayant la même concentration en ce sel. Cette comparaison m'a conduit à mesurer avec mon appareil la résistivité des solutions de chlorure de sodium contenant de 0 gr. 6 à 15 grammes par litre. J'avais d'ailleurs intérêt à faire ces mesures afin de comparer mes nombres avec ceux trouvés par Kohlrausch, Sheldon, etc..., la comparaison devant me montrer quelle confiance je pouvais avoir dans mon appareil et quelle influence pouvait avoir la substitution d'électrodes en charbon aux électrodes en usage dans l'appareil d'Ostwald.

J'ai trouvé directement les nombres suivants :

| Poids de $NaCl$ par litre | Résistivité à 13° $\rho$ | Poids de $NaCl$ par litre | Résistivité à 13° $\rho$ |
|---|---|---|---|
| 0g6 | 1140 | 8g | 91 |
| 1 | 670 | 9 | 82 |
| 2 | 340 | 10 | 74,5 |
| 3 | 230 | 11 | 68,5 |
| 4 | 177 | 12 | 64 |
| 5 | 143 | 13 | 59,8 |
| 6 | 121 | 14 | 56 |
| 7 | 104 | 15 | 52,5 |

Avec ces nombres, par interpolation, il est facile de trouver les valeurs de $\rho$ correspondantes aux richesses intermédiaires. Une courbe construite à grande échelle conduit aux mêmes résultats et montre bien la continuité de la variation de $\rho$ dans ces limites de concentration.

Les valeurs de la résistivité de la solution de chlorure de sodium données par Kohlrausch et Sheldon (Tables de Landolt) sont trouvées à 18°. J'ai déterminé le coefficient moyen de variation de $\rho$ avec la température entre + 12 et + 25°, afin de calculer avec les nombres précédents les valeurs de $\rho$ à 18°. J'ai trouvé que ce calcul peut être fait à l'aide de la formule :

$$\rho t = \rho_{13} \left[1 - (t - 13)\, 0{,}02\right]$$

dans laquelle $t$ est compris entre 12 et 25°.

Ainsi pour une concentration de 5 gr. 7 par litre on a

$$\rho_{18} = 127 \left[1 - 5 \times 0{,}02\right] = 114^{\omega},3$$

Sheldon donne $\rho_{18} = 115^{\omega}$.

Pour une concentration de 50 gr. par litre, on a

$$\rho_{18} = 17{,}6 \left[1 - 5 \times 0{,}02\right] = 15^{\omega},8.$$

Kohlrausch donne $\rho_{18} = 15^{\omega},9$.

L'accord est satisfaisant.

*Conclusions.* — Quel peut être l'intérêt des mesures précédentes et à quelles conclusions peuvent-elles nous conduire ? Il nous faut, pour le voir, considérer les théories actuelles sur le fonctionnement du rein. D'après Koranyi, l'eau de l'urine sort par le glomérule et se trouve en partie résorbée dans les canalicules urinaires. Cette résorption se fera donc d'autant mieux que les canalicules seront plus longs, ou que l'urine y séjournera plus longtemps, pour une cause quelconque.

D'autre part, on admet que le chlorure de sodium filtre seul par le glomérule et que les autres sels passent au niveau des canalicules ; mais à ce niveau la solution de sel marin n'est séparée du sang que par l'épithélium canaliculaire, il s'établira par suite un double courant osmotique et il y aura échange des molécules de chlorure de sodium avec les molécules d'autres sels contenus dans le sérum sanguin. Cet échange se fera d'autant mieux que les solutions resteront plus longtemps en présence et, par suite, toute cause qui ralentira la circulation dans les canalicules amènera une diminution dans la richesse de l'urine en chlorure de sodium et une augmentation dans sa richesse en autres matériaux salins, sulfates, phosphates divers, etc.

Enfin, une altération de l'épithélium canaliculaire gênera l'osmose ou la modifiera dans un sens ou dans l'autre.

Comparons donc la résistivité d'une urine donnée à celle d'une

solution de chlorure de sodium d'égale concentration à la même température et faisons le rapport des deux valeurs trouvées. Ce rapport est évidemment plus petit que l'unité; mais, si la fonction urinaire s'est faite normalement, avec une vitesse de circulation dans les canalicules voisines de la normale, l'épithélium étant sain, il doit être sensiblement constant et indépendant du volume de l'urine excrétée, de sa concentration, puisque chaque molécule de chlorure de sodium est remplacée par une molécule d'un autre sel. Ce rapport ne peut pas être rigoureusement constant, car la vitesse de la circulation rénale peut, à l'état physiologique, être influencée par des excitations extérieures, certains corps absorbés, etc.; mais il semble évident qu'il doit osciller entre des valeurs voisines. D'ailleurs, ce rapport doit être indépendant du sexe, de l'âge, si les tissus épithéliaux sont en bon état, car l'échange moléculaire se fera toujours dans les mêmes conditions. Par conséquent, ce rapport nous donnera un renseignement précieux sur la façon dont fonctionne le rein et sur le taux des échanges moléculaires dont il est le siège.

Les tableaux ci-dessous sont des extraits de ceux que j'ai obtenus en étudiant les urines des six personnes dont j'ai parlé plus haut. J'ai choisi les cas où les richesses en chlorure de sodium étaient les plus différentes, afin de mettre en évidence le peu d'influence de la concentration sur la valeur du rapport $\frac{\rho}{\rho_1}$.

| | Poids de *Na Cl* par litre en grammes | Résistivité de l'urine à 13° $\rho$ | Résistivité de la solution de *Na Cl* d'égale concentration à 13° $\rho_1$ | Rapport des résistivités $\frac{\rho}{\rho_1}$ |
|---|---|---|---|---|
| Homme de 36 ans | 8,2 | 63 | 89,1 | 0,707 |
| | 8 | 65 | 91 | 0,71 |
| | 9,2 | 57 | 80,3 | 0,71 |
| | 9,6 | 55 | 77,3 | 0,71 |
| | 7,4 | 67,5 | 98,5 | 0,68 |
| | 10 | 55,5 | 74,5 | 0,74 |
| | 11,6 | 49 | 65,8 | 0,74 |
| | 7,15 | 71,5 | 101,5 | 0,7 |
| Homme de 23 ans | 8,5 | 60,5 | 86,4 | 0,7 |
| | 7,3 | 69,5 | 99,8 | 0,7 |
| | 7,7 | 71 | 94,6 | 0,75 |
| | 7,15 | 70,5 | 101,5 | 0,69 |
| | 6,6 | 76,5 | 110,4 | 0,69 |
| | 7,04 | 72 | 103 | 0,7 |
| | 4,9 | 98,5 | 146 | 0,675 |

| | Poids de $NaCl$ par litre en grammes | Résistivité de l'urine à 13° $\rho$ | Résistivité de la solution de $NaCl$ d'égale concentration à 13° $\rho$ | Rapport des résistivités $\frac{\rho}{\rho_1}$ |
|---|---|---|---|---|
| Femme de 35 ans | 7,2 | 69 | 101 | 0,68 |
| | 6,5 | 82 | 112 | 0,73 |
| | 7,8 | 72,5 | 93,3 | 0,76 |
| | 7 | 73 | 104 | 0,7 |
| | 6,6 | 78 | 110,4 | 0,7 |
| | 5,5 | 89 | 131,5 | 0,68 |
| Femme de 25 ans | 3 | 159 | 230 | 0,69 |
| | 4,1 | 122 | 173 | 0,7 |
| | 5,2 | 97 | 138 | 0,7 |
| Enfant de 10 ans | 6,5 | 78,5 | 112 | 0,7 |
| | 10 | 56 | 74,5 | 0,75 |
| | 11,2 | 48 | 67,5 | 0,71 |
| | 7 | 70 | 104 | 0,66 |
| | 9 | 58 | 82 | 0,707 |
| | 8,1 | 66 | 90 | 0,73 |
| Enfant de 7 ans | 11 | 50 | 68,5 | 0,73 |
| | 12,5 | 44,5 | 61,8 | 0.72 |
| | 10,4 | 52,5 | 71,8 | 0,73 |
| | 8,3 | 59,5 | 88,2 | 0,67 |
| | 9,2 | 58 | 80,3 | 0,71 |

Les moyennes du rapport $\frac{\rho}{\rho_1}$ faites avec tous les nombres déterminés dans mes expériences seraient les suivantes :

| | |
|---|---|
| Homme de 36 ans ......... | 0,71 |
| » de 23 ans ......... | 0.71 |
| Femme de 35 ans ......... | 0,69 |
| » de 25 ans ......... | 0,7 |
| Enfant de 10 ans ......... | 0,7 |
| » de 7 ans ......... | 0,71 |

Les valeurs extrêmes trouvées, dues à des écarts de régime, à des alimentations exceptionnellement salées, des libations copieuses, sont 0,64 et 0,77.

Il semble donc que, toutes les fois que les fonctions du rein s'effectueront normalement, le rapport $\frac{\rho}{\rho_1}$ sera voisin de 0,7, tandis que,

s'il y a circulation trop rapide dans le rein ayant un épithélium sain, le rapport $\frac{\rho}{\rho_1}$ devra se rapprocher de l'unité, puisque les échanges se feront mal en un temps trop court. Au contraire, s'il y a stase rénale, les échanges auront une grande importance, la teneur en chlorure de sodium diminuera, tandis que la teneur en sels extraits du sang augmentera, alors, $\rho$ conservant sensiblement sa valeur et $\rho_1$ augmentant, le rapport $\frac{\rho}{\rho_1}$ diminuera.

Si maintenant l'épithélium est altéré, les échanges ne se feront plus normalement et nous trouverons une valeur différente de $\frac{\rho}{\rho_1}$. Ordinairement l'altération épithéliale gêne l'échange moléculaire; nous devrons donc trouver, pour le rapport considéré, une valeur plus grande que 0,7.

Les renseignements que l'on peut tirer de cette étude, joints à ceux que l'on peut tirer de la cryoscopie de l'urine me semblent devoir être précieux pour se faire une idée de l'activité plus ou moins grande de la circulation rénale, de la perméabilité des tissus, etc. Je ferai remarquer encore que les mesures de résistivité se faisant rapidement, avec un appareil des plus simples et peu coûteux, on pourra les utiliser en clinique pour la confirmation des diagnostics et suivre la marche des affections du cœur et du rein.

---

## M. Ch. MAURAIN

Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Rennes

### SUR LES COHÉREURS A DIÉLECTRIQUE SOLIDE [538-562]

*— Séance du 5 août —*

L'action des oscillations électriques sur les conducteurs formés d'une limaille métallique et d'un diélectrique solide, agglomérés par la fusion de celui-ci, a paru difficile à expliquer dans la théorie de Lodge, basée sur l'hypothèse de la formation entre les grains de ponts conducteurs de poussières métalliques, et elle a été un des principaux arguments appuyant l'hypothèse d'une modification

du diélectrique sous l'influence des ondes électriques, invoquée par M. Branly pour expliquer les propriétés des radioconducteurs. M. Fromme (*) suppose que de petites étincelles se produisent entre les grains et percent dans le diélectrique des canaux dont les parois se recouvrent de poussières métalliques, mais il n'a pas appuyé cette hypothèse par des faits (**).

J'ai été amené à faire sur ce sujet de nombreuses expériences au cours d'essais sur les propriétés des diélectriques solides en couches très minces; j'espérais en déduire quelques renseignements sur la conductibilité des couches minces de diélectriques; mais les résultats que j'ai obtenus me paraissent pouvoir s'interpréter en admettant que l'action prépondérante des oscillations électriques n'est autre que celle qui s'exerce sur les cohéreurs ordinaires; elle interviendrait ici de la manière suivante. Les diélectriques utilisés subissent une contraction considérable par leur solidification et surtout par leur refroidissement à l'état solide; ce retrait porterait surtout, dans le cas qui nous occupe, sur les couches minces qui séparaient les grains à chaud, de sorte qu'entre les grains se produisent sans doute des cavités plus ou moins nombreuses sans diélectrique solide; dans ces cavités peut s'exercer le mode d'action des ondes sur les cohéreurs ordinaires.

Voici des faits de genres divers qui appuient cette hypothèse et qui, indépendamment de toute interprétation, présentent quelque intérêt pour l'étude des substances hétérogènes.

*Variation avec la température de la résistance d'agglomérés limaille-diélectrique.* — La résistance de ces agglomérés augmente beaucoup quand la température croit; cette augmentation a déjà été signalée par M. Fromme dans la note citée plus haut; il a constaté, par exemple, que la chaleur de la main suffit pour élever beaucoup la résistance.

J'ai étudié cette variation avec différents dispositifs; par exemple, l'aggloméré est obtenu dans un tube de verre mince; deux larges électrodes métalliques permettent de l'intercaler dans un circuit; le tube de verre traverse un ballon plein d'eau qui est chauffé assez lentement pour que le diélectrique suive la variation de température; la résistance est mesurée au pont de Wheatstone; j'ai constaté que

(*) C. Fromme, *Wied. Ann.*, t. LVIII, p. 96; 1896.

(**) On trouvera un excellent résumé des faits connus et la bibliographie de la question dans un article de M. Amotte, *Éclairage électrique*, t. XXII, p. 481-490; 1900.

les variations ne proviennent pas, dans les cas étudiés ici, de phénomènes de polarisation, dont je n'ai trouvé aucune trace.

L'accroissement de résistance devient extrêmement rapide pour une certaine température qui dépend de la nature du diélectrique (25 à 32° pour la paraffine, qui fond à 53°; 30 à 35° pour le blanc de baleine, qui fond à 44°). Si on accepte l'hypothèse faite plus haut, cet accroissement proviendrait, au moins en grande partie, de ce que le diélectrique, en se dilatant, se répand peu à peu dans les interstices que son retrait avait laissés libres, supprimant ainsi les contacts plus ou moins conducteurs qui avaient pu s'y produire entre les grains de limaille.

Voici quelques exemples de variation (R est indiqué en ohms) :

*Limaille de cuivre — paraffine* (cylindre de $3^{cm},6$ de long et $1^{cm},6$ de diamètre).

| T | 14° | 19° | 24° | 29° | 30° | 31° | 32° et au-dessus |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| R | $0^{\omega},3$ | 0,6 | 3 | 50 | 3 ou 400 | 4 ou 5000 | supérieure à plusieurs millions d'ohms |

*Limaille de fer — blanc de baleine* (cylindre d'environ $2^{cm}$ de long, $4^{mm}$ de diamètre).

| T | 12° | 15° | 21° | 23° | 25°,5 | 30° | 31° | 33° | 34° et au-dessus |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| R | $130^{\omega}$ | 160 | 200 | 500 | 1.500 | 20.000 | 4 ou 500.000 | environ 5.000.000 | supérieure à 10 millions |

*Action des oscillations électriques. Sa variation avec la température.* — Les agglomérés limaille-diélectrique fonctionnent comme cohéreurs à froid, mais l'action des étincelles (mesurée par le rapport des valeurs de la résistance avant et après la production des oscillations) est bien moindre en général que pour les cohéreurs formés de limaille seulement. D'ailleurs, l'action des étincelles s'atténue quand on chauffe ces agglomérés et elle semble disparaître à partir de la température pour laquelle se produit l'accroissement rapide de résistance que je viens de signaler.

Tout ceci s'interprète bien avec l'hypothèse d'une action ordinaire dans des cavités : celles-ci ne comprennent qu'une faible partie de la masse, d'où la faiblesse relative de l'action; lorsque la température s'élève, elles disparaissent peu à peu, d'où la diminution de l'action.

L'action des chocs sur la résistance de ces agglomérés, lorsqu'elle a été diminuée par l'action des étincelles, est beaucoup moins nette

que pour les cohéreurs ordinaires et très irrégulière; en général, le choc augmente la résistance, mais sans la faire revenir jusqu'à sa valeur primitive. Cela peut s'expliquer ainsi : les poussières métalliques qui se forment, d'après notre hypothèse, dans des cavités, se portent en grande partie sur les parois, où elles sont moins mobiles que lorsqu'elles sont simplement suspendues en pont entre les grains.

L'observation au microscope, que j'ai essayée de bien des façons, ne m'a jamais rien donné, dans les conditions correspondant à toutes les expériences dont il est question ici, c'est-à-dire l'oscillateur (de Hertz) étant placé à quelques mètres du cohéreur.

*Variation de l'action des étincelles avec la pression.* — Si l'action des étincelles s'exerce dans des cavités, on doit l'atténuer en comprimant la masse, car on fait ainsi disparaître progressivement les cavités. C'est ce que l'expérience vérifie très bien : L'aggloméré limaille-diélectrique, sous forme de cylindre court, est placé dans un tube pratiqué dans un bloc de fibre isolante et serré entre deux cylindres de laiton qui servent d'électrodes; ces cylindres entrent à frottement dans le tube. Cette disposition permet de comprimer énergiquement la masse, ce que je faisais au moyen d'une forte vis en bois (à la température ordinaire). On constate que l'action des étincelles s'affaiblit à mesure que la compression augmente et devient même insensible.

On pourrait penser que l'affaiblissement de l'action des étincelles provient de ce que la pression améliore tellement les contacts entre les grains, en les serrant les uns contre les autres, qu'il n'y a plus lieu pour les oscillations électriques d'agir (la résistance diminue, en l'absence de toute action des oscillations, à mesure que la pression augmente). Mais, si leur action prépondérante était une action s'exerçant entre les grains séparés par du diélectrique solide, cette action trouverait évidemment à s'exercer, même après un fort serrage, tandis qu'on s'explique bien la diminution de l'action des oscillations, si on admet que celle-ci s'exerce surtout à travers les cavités sans diélectrique solide.

*Étude d'un seul contact.* — On peut obtenir ainsi des indications plus nettes qu'en utilisant des agglomérés dans lesquels existent de multiples contacts mal définis.

Le contact est produit entre la pointe de la vis d'un sphéromètre et la paroi d'une petite cavité pratiquée dans un bloc de cuivre. Le

tout est placé dans une étuve. On arrive facilement à un réglage tel que le contact soit, dans l'air, sensible aux oscillations; on place alors dans la cavité un diélectrique, et on chauffe l'étuve de manière que le diélectrique fonde et s'intercale entre les deux électrodes; puis on laisse refroidir, mais en chauffant de temps en temps la surface du diéclectrique contenu dans la petite cavité, de manière que sa solidification commence doucement par le bas; dans ces conditions, il y a toute chance pour qu'on obtienne, après refroidissement, la séparation des deux pôles du contact par une lame diélectrique solide. Or, jamais je n'ai pu obtenir un tel contact sensible aux oscillations, quelle que soit l'épaisseur de cette lame diélectrique solide, que j'ai fait varier de plusieurs façons.

De plus si, le diélectrique étant ainsi en place, on agit sur la vis de manière à réaliser le contact métallique en écrasant le diélectrique, on retrouve facilement ensuite une distance où le contact est sensible aux oscillations; l'action peut en effet s'exercer alors dans le petit espace qui est resté libre à travers le diélectrique, quand on a relevé la vis.

*Action possible à travers le diélectrique.* — De ce qui précède doit-on conclure que ce mode d'action des oscillations sur les cohéreurs à diélectrique solide est le seul qui intervienne ? Il paraît plus probable que, dans certains cas, intervient aussi une action s'exerçant à travers le diélectrique solide; de nombreuses expériences, en particulier celles de M. Branly, ont montré que les mélanges limaille-diélectrique liquide agissent comme cohéreurs; les actions qui sont assez puissantes pour vaincre la résistance au déplacement d'un liquide peuvent aussi vaincre la cohésion d'une mince couche solide; il est possible qu'il se produise de petits canaux, comme le suppose M. Fromme; il est possible aussi qu'il se produise une modification spéciale du diélectrique, mais rien ne le prouve, et les résultats des expériences peuvent s'expliquer sans faire intervenir une telle modification (*).

Les résultats que j'ai obtenus en prenant comme diélectrique de la cire molle, intermédiaire entre un solide et un liquide, semblent bien mettre en évidence une perturbation mécanique due à l'action des oscillations : on prépare le cohéreur en pétrissant à la température ordinaire une limaille, du fer porphyrisé par exemple, avec de

(*) M. Lhuillier a fait de nombreuses expériences de genres divers, sans parvenir à rendre conducteur un diélectrique sous faible épaisseur. (*C. R. de l'Acad. des Sciences*, t. CXXI, p. 345; 1895.)

la cire molle; quand le mélange est bien formé, on le comprime modérément dans le tube à parois en fibre dont j'ai parlé plus haut. L'aggloméré, étant ainsi préparé à froid, ne subit pas ensuite de contraction et la masse ne présente sans doute pas de cavité; or, les oscillations électriques réduisent cependant beaucoup la résistance; mais il se présente cette particularité que la résistance reprend peu à peu une valeur du même ordre que sa valeur primitive. L'action des oscillations a sans doute été de percer entre les grains des passages où la conductibilité s'est améliorée par la formation de poussières métalliques; mais le diélectrique mou reprend peu à peu, après cette déformation, sa forme primitive, en obturant les passages.

Ce retour à la résistance primitive est plus ou moins rapide; par exemple, une résistance de 4.000.000 d'ohms étant descendue à 20.000 sous l'action des oscillations, a ensuite pris la valeur 200.000$^{\omega}$ en quelques secondes, puis, en une ou deux minutes, environ 2.000.000. Une autre résistance de quelques millions d'ohms, pour laquelle le serrage avait été plus énergique, fut réduite à 8.500 par l'action des oscillations et remonta beaucoup plus lentement : 20.000$^{\omega}$ après quelques minutes, 300.000 après quelques heures. Si on fait agir à nouveau les oscillations, la résistance remonte plus lentement que la première fois.

*Phénomènes particuliers observés avec la paratoluidine et la naphtaline.* — L'action de la température sur les agglomérés formés d'une limaille et de paratoluidine ou de naphtaline est d'abord semblable à celle indiquée plus haut pour la paraffine ou le blanc de baleine : la résistance croît avec la température, cette variation devenant extrêmement rapide à une certaine température (22° à 26° pour la paratoluidine, qui fond à 39°; 45° à 50° pour la naphtaline, qui fond à 79°).

Pour la paratoluidine, la résistance, devenue très grande, demeure en cet état si on continue à faire croître la température, comme cela a lieu pour la paraffine ou le blanc de baleine; mais, tandis qu'avec ces diélectriques on trouve pendant le refroidissement des valeurs de la résistance de même ordre que celles obtenues pendant que la température croissait, avec la paratoluidine la résistance a bien une variation de même allure que pendant la chauffe, mais avec des valeurs plus grandes; parfois même les agglomérés à la paratoluidine conservent après retour à la température ordinaire une résistance du même ordre que celle qu'ils avaient acquise pendant le chauffage après la période de variation rapide.

Les oscillations électriques agissent toujours à la température ordinaire, que la résistance ait sa valeur avant chauffage (quelques milliers d'ohms) ou la valeur très grande qu'elle conserve parfois après chauffage; à chaud au contraire, au-dessus de la température de variation rapide, elles n'agissent pas.

Pour la naphtaline, les résultats sont plus complexes : si on continue à faire croître la température après la période d'accroissement rapide de la résistance, celle-ci se met à décroître, très rapidement d'abord, puis de plus en plus lentement; elle est représentée ainsi, en fonction de la température, par une courbe présentant un maximum extrêmement accusé et on trouve à peu près la même courbe à la chauffe ou au refroidissement.

L'action des étincelles est également plus complexe qu'avec les autres diélectriques, car j'ai pu obtenir une diminution de résistance à chaud (au-dessus du maximum de résistance).

Je n'ai pas trouvé d'interprétation satisfaisante de ces faits relatifs à la naphtaline; ils n'infirment d'ailleurs pas ce que j'ai dit relativement aux autres diélectriques; ils montrent que les propriétés de ces substances hétérogènes peuvent être très singulières et qu'il y a intérêt à en continuer l'étude : c'est ce que je me propose de faire.

---

## M. C. TISSOT

Lieutenant de vaisseau, Professeur à l'École navale, à Brest

### SUR LA DURÉE DU PHÉNOMÈNE DE " COHÉRENCE " [538.562]

*— Séance du 3 août —*

Quand on soumet un cohéreur ordinaire à l'action d'ondes électriques, le système subit en général une chute permanente de résistance. Les phénomènes qui se produisent lorsqu'on prolonge l'action des ondes, c'est-à-dire lorsqu'on fait agir sur le système des trains d'ondes successifs, ont été récemment étudiés par M. Hurmuzescu. Ce ne sont pas ceux que nous visons ici. Nous nous sommes proposé de suivre la marche de la chute de résistance lors de l'action de la première onde seule et de rechercher notamment si le phénomène est instantané ou progressif.

Le cohéreur présente, avant toute action de l'onde, une résistance que nous appelerons *résistance de retour* et dont la valeur, variable selon le type de cohéreur considéré et le régime auquel il est soumis, est en général assez élevée.

Après l'action de la première onde ou, si l'on veut, d'une seule étincelle, le cohéreur prend une résistance notablement inférieure.

Comment s'effectue le passage de la première des valeurs de la résistance à la seconde? C'est le point que nous avons tenté d'examiner.

Notre étude a principalement porté sur les cohéreurs à grande résistance de retour.

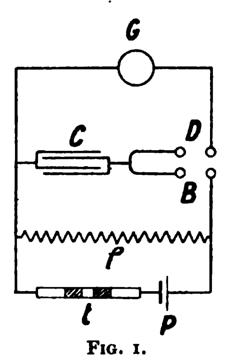


Fig. 1.

Le cohéreur étudié $t$ est disposé dans un circuit qui comprend une source P (c'est-à-dire un potentiomètre convenable) et une résistance non inductive $\rho$ dont les extrémités sont reliées respectivement aux armatures d'un condensateur C (*fig. 1.*)

Le tube étant décohéré, sa résistance a pour valeur R, *résistance de retour,* et la résistance $\rho$ se trouve parcourue par un courant très faible d'intensité $i_0$.

$$i_0 = \frac{e}{R + \rho}$$

Le condensateur est alors chargé à une différence de potentiel $\rho\, i_0$ que l'on mesure en le déchargeant dans le balistique G. On produit, au temps $t$, une étincelle capable de cohérer franchement le tube. Le tube, étant placé très près de l'interruption où se produit l'étincelle, commence à se cohérer à l'époque $t$.

Au bout d'un intervalle de temps $\theta$, très petit et variable, les extrémités de la résistance $\rho$ sont isolées du condensateur.

La résistance du cohéreur a varié pendant la durée $\theta$, de la valeur R à une certaine valeur $r$, de sorte que le courant dans la résistance $\rho$ a varié de $i_0 = \frac{e}{R + \rho}$ à $i = \frac{e}{r + \rho}$. Le condensateur se trouve chargé au temps $t + \theta$ à une différence de potentiel $\rho i$ qu'il suffit de déterminer au balistique G pour connaître la valeur $r$ prise par la résistance du tube à l'époque $\theta$.

En répétant immédiatement la mesure de $\rho i$ sans cohérer de nouveau le tube, mais après une durée suffisante, on aura la valeur $r_0$ de la résistance du tube complètement cohéré.

Les opérations successives sont effectuées à l'aide d'un pendule interrupteur de Bouty.

On sait que ce pendule est un pendule de torsion, constitué essentiellement par un levier horizontal d'une certaine masse, supporté en son centre de gravité par un fil d'acier vertical invariablement fixé à la partie supérieure.

Le levier, écarté de sa position d'équilibre, oscille en décrivant un plan horizontal. Il porte des ponts dont les branches viennent exécuter les commutations voulues en passant sur les ménisques de gouttes de mercure portées par des godets placés à hauteur convenable.

Le dispositif employé (*fig.* 2) comporte deux ponts et trois systèmes de godets. Le levier LL′ étant mobile autour de l'axe vertical O, le pont (1) correspond au système de godets A. Il rompt, à l'époque $t$, un circuit auxiliaire qui comprend une pile et une résistance inductive et donne naissance à l'étincelle d'extra-courant qui provoque la cohérence du tube.

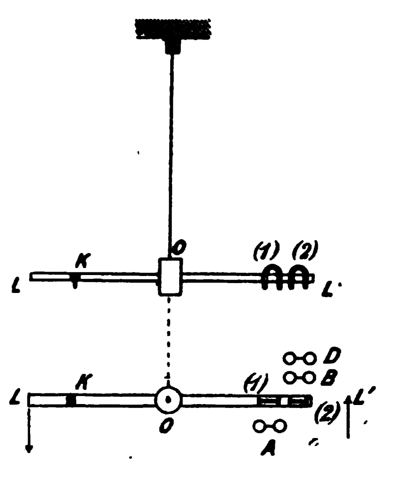


FIG. 2.

Le pont (2) correspond aux systèmes de godets B et D.

Ce pont (2) fait communiquer le condensateur avec les extrémités de la résistance $\rho$ et rompt la communication au temps $t + \theta$. Il passe ensuite sur le système de godets D et décharge le condensateur sur le balistique. On fait varier l'intervalle $\theta$ en décalant le système B par rapport au système A par le jeu de vis micrométriques qui commandent A et B.

Un doigt K, porté par l'extrémité OL du levier vient couper tous les circuits au bout de l'oscillation en faisant basculer un gyrotrope de Pohl, de façon à ce que l'on puisse laisser se produire les oscillations successives du levier sans être gêné dans les observations.

La chute de résistance du cohéreur ne peut, évidemment, être enregistrée au balistique par la fermeture en D qu'autant que l'étincelle s'est produite en A avant la rupture du circuit en B.

Si l'étincelle a éclaté en A après que la rupture B s'est produite, la chute a bien lieu, mais elle n'est pas enregistrée au premier passage.

Or, l'expérience montre que, si l'on décale progressivement les systèmes de godets A et B, on passe *sans transition aucune* des positions pour lesquelles il n'y a pas de chute enregistrée, aux positions pour lesquelles la chute est complète.

On constate, d'ailleurs, que, quand il n'y a pas de chute enregistrée, le fait est dû uniquement à ce que la rupture en B a eu lieu avant la production de l'étincelle excitatrice, car, en laissant un second passage se produire en D, on observe bien que le tube s'est cohéré.

La chute de résistance ne paraît donc pas être progressive. Étant données les conditions de l'expérience et la construction assez grossière de l'appareil, on n'en saurait conclure néanmoins à l'instantanéité du phénomène. Le décalage des godets, qui fait passer de la position ($\alpha$) où il n'y a pas de chute enregistrée à la position ($\beta$) où la chute est complète, correspond à coup sûr à une durée notablement inférieure à $\frac{1^s}{4.10^3}$.

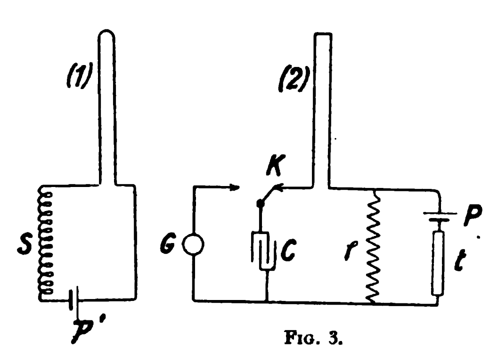


Fig. 3.

Nous avons essayé de reculer ces limites en utilisant le passage d'une balle de revolver pour opérer les commutations voulues (*fig. 3*).

La balle passe dans un premier cadre (1) et coupe à l'instant $t$ un circuit inductif, ce qui donne naissance à l'étincelle excitatrice.

Au temps $t + \theta$, elle traverse le cadre (2) et vient rompre la communication des extrémités de la résistance $\rho i$ non inductive, avec le condensateur qui reste chargé à la différence de potentiel $\rho i$ prise par les armatures au moment de la rupture.

Le condensateur est ultérieurement déchargé par la clef K dans le balistique G.

On peut, dans ces conditions, rapprocher les cadres à une distance de 2 c. sans que la chute cesse d'être complète. La vitesse de la balle est mesurée, pendant l'expérience même, par la méthode de Sabine à l'aide de 2 cadres auxiliaires placés de part et d'autre des premiers, à une distance de $0^m50$ l'un de l'autre.

Cette vitesse mesurée est en moyenne de 200 m. à la seconde. La distance de 2 c. des cadres correspond ainsi à une durée de $\frac{1^s}{10^4}$.

Mais on doit remarquer que cette durée comprend en l'espèce :

1° La durée de production de l'étincelle après la rupture du circuit inductif (1) à l'époque $t$;

2° La durée du phénomène de cohérence;

3° La durée d'établissement du courant dans le circuit non inductif et très résistant qui comprend le cohéreur et la résistance $\rho$;

4° La durée de charge du condensateur.

En rapprochant les cadres au-dessous de $2^c$, on trouve une diminution notable de $\rho i$.

Mais l'effet observé ne paraît pas devoir être attribué à la durée de l'établissement de la cohérence, car, si l'on répète l'expérience après avoir remplacé, à priori, le cohéreur par une résistance égale à celle qu'il prend lorsque la chute est complète, on observe la même diminution de $\rho i$.

La résistance $\rho$ est constituée par un crayon de silicium et a une valeur de $5.10^3$ ohms. La constante de temps du circuit du cohéreur est donc très faible. Mais la durée de charge du condensateur n'est pas négligeable et c'est elle qui intervient alors vraisemblablement.

Nous avons songé à remplacer le condensateur C par un électromètre à quadrants (électromètre Mascart) en supprimant le balistique, ce qui revient à avoir un condensateur de très faible capacité enregistrant lui-même la différence de potentiel des armatures. Mais on se trouve alors arrêté par le fait que la balle a une certaine longueur, de sorte que l'on ne peut guère placer les cadres à une distance notablement inférieure à 2 c.

On peut donc affirmer seulement que la durée du phénomène est notablement inférieure à $\frac{1^s}{10^4}$.

Certains observateurs ont essayé d'expliquer les circonstances de la réception par cohéreur en faisant appel à une durée notable du phénomène de l'établissement de la chute de résistance.

Cette opinion ne paraît pas fondée, du moins dans le cas de cohéreurs à grande résistance de retour.

D'autre part, M. le capitaine Ferrié a remarqué que le cohéreur est moins sensible aux ondes faiblement amorties qu'aux ondes fortement amorties (à égalité d'énergie émise).

Ce résultat, qui est conforme à nos propres observations, serait dû, selon M. Ferrié, à ce que le cohéreur est sensible à la somme algébrique des chocs qu'il reçoit pendant la durée de la chute de résistance et impliquerait l'existence d'une durée notable de cette chute.

Cette durée pourrait d'ailleurs être ici simplement de l'ordre de grandeur de celle du passage d'un train d'ondes, c'est-à-dire de $\frac{1^s}{10^5}$ pour des ondes modérément amorties d'une période de $\frac{1^s}{10^6}$.

Bien que nos expériences n'aient pu nous permettre de faire des mesures certaines au-dessous de ces limites, elles ne paraissent cependant pas favorables à l'idée d'une non-instantanéité du phénomène.

Nous ne pensons pas qu'il y ait lieu de faire intervenir la durée de la chute pour rendre compte du fait que le cohéreur est relativement moins sensible aux ondes faiblement amorties qu'aux ondes fortement amorties.

Le fait tendrait à établir simplement que les cohéreurs, ou plus exactement que certains cohéreurs (ceux dont la résistance de retour est très élevée) sont des détecteurs sensibles au choc du front de l'onde.

---

## M. Charles FABRY

Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille

---

### EMPLOI DE LA LAMPE ÉLECTRIQUE A INCANDESCENCE COMME ÉTALON PHOTOMÉTRIQUE [537.832 : 535.241]

---

*— Séance du 6 août —*

J'ai été amené à m'occuper de cette question en vue de recherche de photométrie stellaire et solaire qui font l'objet d'un autre travail. Il était nécessaire pour ces recherches de disposer d'un étalon qui pût donner une intensité lumineuse bien constante avec peu de surveillance et en plein air ou dans un appartement imparfaitement clos. Les étalons à flamme s'accommodent très mal de cette condition, car ils exigent une atmosphère parfaitement calme. D'autres conditions rendaient l'emploi des étalons à flamme peu commode : il est impossible de les enfermer dans un petit espace fermé, à cause des produits de la combustion; enfin, pour des observations en montagne que j'ai l'intention d'entreprendre plus tard, les variations de la

pression atmosphérique eussent été une cause très gênante d'irrégularité.

Tous ces inconvénients devaient disparaître par l'emploi de la lampe électrique à incandescence. Cet emploi est d'ailleurs loin d'être nouveau; la plupart des laboratoires de photométrie s'en servent comme étalon secondaire pour s'affranchir des soins très délicats qu'entraîne l'emploi quotidien des étalons à flamme. L'étude de cette application des lampes à incandescence est donc en elle-même une chose utile.

Lorsqu'on veut maintenir constante l'intensité lumineuse d'une lampe à incandescence, il faut maintenir son *régime* avec une grande précision, une variation de 1 pour 100 sur la tension aux bornes se traduisant par une variation de 5 à 6 pour 100 sur l'intensité lumineuse. Il faut donc maintenir la tension (ou, ce qui revient à peu près au même, le courant) constant à 1 ou 2 millièmes près. Les appareils de mesure usuels permettent difficilement d'atteindre cette précision.

Cette constance de régime étant supposée obtenue, toute *variation accidentelle* de l'intensité lumineuse sera éliminée. Mais il pourra subsister des variations lentes et progressives, tenant à la modification progressive de la lampe. On ne peut espérer éliminer complètement ces variations et c'est pour cela que la lampe à incandescence ne peut être qu'un étalon *secondaire*, qu'il est nécessaire de comparer de temps en temps aux étalons fondamentaux; il y a cependant avantage à ce que ces changements progressifs soient aussi lents que possible, afin de rendre le moins fréquent possible l'emploi des étalons primaires.

Or, on aperçoit immédiatement deux causes de variation progressive de l'intensité lumineuse :

1° A la longue, l'ampoule finit par noircir et l'intensité lumineuse diminue. Ce phénomène ne se produit qu'au bout de très longtemps si l'on a soin d'employer la lampe modérément poussée et de ne jamais dépasser son régime, même pendant un temps très court. M. Fleming a conseillé, pour retarder encore ce phénomène, d'employer des lampes à très grande ampoule (*).

2° Avec le temps, le filament se modifie et sa résistance varie, en général augmente. Si l'on opère à *tension constante*, la puissance dépensée dans la lampe, $\frac{e^2}{R}$, diminue avec le temps et la lampe fai-

(*) FLEMING, *The Photometry of electric lamps (Journal of institution of electrical engineers*, t. XXXII, page 119. Londres, 1903).

blit. A *intensité constante*, la puissance $Ri^2$ augmente et la lampe peut avoir une intensité lumineuse croissante.

J'ai trouvé qu'on obtenait les meilleurs résultats en faisant travailler la lampe à *puissance constante*. Mais la puissance doit être maintenue constante à quelques millièmes près, et l'emploi des wattmètres industriels permettrait bien difficilement d'atteindre cette précision. La méthode d'équilibre suivante m'a permis d'atteindre le résultat cherché avec une précision bien plus que suffisante.

Soit L la lampe (*fig. 1*) à laquelle l'énergie est fournie par une batterie d'accumulateurs A, avec interposition d'un rhéostat de réglage H. Intercalons sur le circuit une faible résistance constante $r$. Si je maintiens constante la différence de potentiel V aux bornes de $r$, la lampe fonctionnera à courant constant. D'autre part, plaçons en dérivation aux bornes de la lampe une grande résistance divisée en deux parties $a$ et $b$. Si je maintiens constante la différence de potentiel V′ aux bornes de $a$, je ferai travailler la lampe sous tension constante.

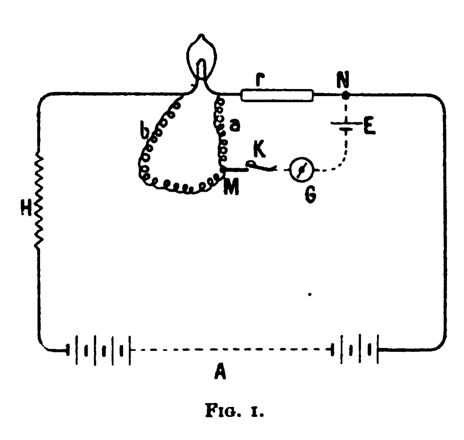


Fig. 1.

Ceci posé, maintenons constant, non pas V ou V′, mais leur somme $V + V'$, c'est-à-dire la différence de potentiel entre les points M et N. Nous ferons travailler la lampe à un régime qui ne sera ni à tension constante ni à courant constant, mais en quelque sorte intermédiaire entre ces deux régimes. Par un choix convenable des résistances, il est facile d'arriver à ce que la puissance soit ainsi maintenue constante, du moins pour des variations modérées de la résistance de la lampe, ce qui est le cas de la pratique.

Soient en effet, à un certain moment, R la résistance de la lampe, $i$ le courant qui la traverse, $e$ la différence de potentiel à ses bornes.

On a $V' = e\,\frac{a}{a+b}$. Le courant qui traverse $a$ et $b$ est $\frac{e}{a+b}$. Le courant total dans $r$ est donc $i + \frac{e}{a+b}$ et par suite

$$V = ri + r\,\frac{e}{a+b}.$$

On maintient constante la somme $V + V'$ et on lui donne une valeur E.

L'équation d'équilibre est donc :

$$V + V' = E,$$

ou

$$ri + e\frac{a+r}{a+b} = E \qquad (1)$$

Ce n'est donc ni $i$ ni $e$ qui reste constant, mais une fonction linéaire de ces deux quantités.

En introduisant la résistance de la lampe, qui est l'élément sujet à varier, on a

$$e = Ri \qquad (2)$$

Enfin, la puissance dépensée dans la lampe est

$$W = Ri^2 \qquad (3)$$

Les équations (1), (2), (3) permettent d'exprimer W en fonction de la seule variable R. On trouve, en éliminant $e$ et $i$ :

$$W = E^2 \frac{R}{\left(r + \frac{a+r}{a+b}R\right)^2} \qquad (4)$$

On veut que cette expression ne varie pas pour une petite variation de R. Il suffit pour cela d'annuler la dérivée de cette expression par rapport à R, ce qui conduit à la condition :

$$r\frac{a+b}{a+r} = R \qquad (5)$$

Cette condition étant satisfaite, la puissance dépensée dans la lampe passe par un maximum lorsque sa résistance a la valeur R; elle ne varie que de quantités absolument négligeables lorsque cette résistance varie de quelques centièmes à partir de cette valeur.

On choisira donc $r$, $a$, $b$, de manière que l'équation (5) soit satisfaite, en y donnant à R la valeur $R_0$ de la résistance de la lampe. L'expression de W peut alors s'écrire :

$$W = \frac{E^2 R_0}{r^2} \times \frac{\frac{R}{R_0}}{\left(1 + \frac{R}{R_0}\right)^2}$$

Lorsque la résistance de la lampe passe de $R_0$ à R, la puissance varie d'une quantité $\Delta W$, et l'on a :

$$\frac{\Delta W}{W} = \left(\frac{R - R_0}{R + R_0}\right)^2$$

On en déduit facilement que, pour faire varier W de 1 millième, il faut une variation de 6,5 pour 100 sur la valeur de R, variation tout-à-fait impossible.

Ainsi, W sera maintenu constant avec une approximation bien plus que suffisante, pourvu que l'on maintienne E constant.

On pourrait évidemment le faire en se servant d'un potentiomètre; mais, comme la valeur de E est à notre choix (par un choix convenable des résistances *a, b, r*), il est plus simple d'équilibrer cette différence de potentiel par la force électromotrice d'une pile étalon. Entre les points M et N, on dispose alors un circuit dérivé, comprenant la pile E, un interrupteur K et un galvanomètre G. La lampe est à son régime, lorsqu'en fermant l'interrupteur le galvanomètre reste immobile. Si non, on l'y ramène en agissant sur le rhéostat H (*).

Quant au calcul des résistances *a, b, r,* on le fait de la manière suivante : On détermine d'abord le régime sous lequel il convient de faire fonctionner la lampe; je prends celui sous lequel elle donne une

(*) Il faut remarquer que la force électromotrice E, ainsi que les valeurs des résistances *a, b, r,* peuvent varier un peu avec la température; il en résultera de petites variations sur la puissance, et par suite sur l'intensité lumineuse de la lampe. On les évite complètement en employant comme étalon la pile Weston, dont le coefficient de température est négligeable, et des résistances en métal à coefficient de température nul, comme le constantan ou le manganine. Dans le cas où ces divers coefficients de température ne seraient pas négligeables, il est facile de calculer le coefficient de température de la lampe, c'est-à-dire la fraction de sa valeur dont varie l'intensité lumineuse pour une élévation de température de 1 degré. Un calcul facile conduit au résultat suivant : Soient $\eta$ et $\alpha$ les coefficients de température de la pile et de la résistance *r* ainsi définis :

$$\eta = \frac{1}{E}\frac{dE}{dT} \qquad \alpha = \frac{1}{r}\frac{dr}{dT}$$

Le coefficient de température de la puissance

$$\frac{1}{W}\frac{dW}{dT}$$

est donné par l'équation

$$\frac{1}{W}\frac{dW}{dT} = 2\eta - \alpha$$

Or, j'ai toujours trouvé que l'intensité lumineuse d'une lampe, au voisinage de son régime normal, varie très exactement comme la puissance 2, 8 de W. Il en résulte que le coefficient de température de l'intensité lumineuse I est :

$$\frac{1}{I}\frac{dI}{dT} = 2{,}8\,\frac{1}{W}\frac{dW}{dT} = 5{,}6\,\eta - 2{,}8\,\alpha$$

Il est donc très facile de le calculer et de tenir compte des variations correspondantes si elles ne sont pas négligeables.

lumière de même teinte que la lampe Carcel. Je mesure sous ce régime la tension aux bornes et le courant, d'où je déduis la résistance de la lampe. On a alors entre les trois quantités à déterminer, *a*, *b*, *r*, les deux équations 1 et 5. On pourra donc choisir arbitrairement l'une des quantités, *b* par exemple, que l'on prendra assez grand pour que le courant qui traverse la dérivation *a b* soit très faible.

Il y a avantage à choisir des lampes à filament un peu gros et par suite à courant relativement intense.

J'ai construit sur ce principe plusieurs lampes étalons, les unes de 50 volts, 10 bougies, les autres de quelques volts et 1 bougie environ. Je vais donner quelques indications sur ces dernières, qui ont cet avantage qu'une très faible batterie d'accumulateurs suffit pour les actionner et que, par suite, l'ensemble est transportable.

Ce sont de petites lampes (*) (il y aurait avantage à ce que l'ampoule fût plus grande) qui prennent un courant d'environ 0,6 ampère.

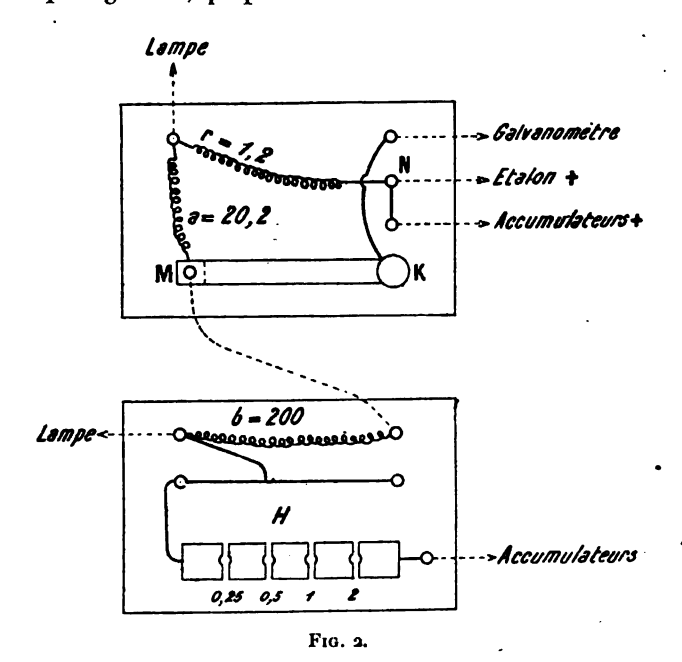



Fig. 2.

On a disposé tous les appareils accessoires (résistances, rhéostat, interrupteurs) dans deux boîtes ayant l'aspect de petites boîtes de résistance et dont la figure 2 donne le schéma. La lampe est reliée

(*) L'emploi d'un très petit filament dans une grande ampoule réalise la meilleure condition pour diminuer les chances de noircissement de l'ampoule.

par un cordon souple de 2 mètres de long, qui fait pour ainsi dire partie de la lampe, sa résistance étant comptée avec elle. J'ai construit deux lampes complètes de ce modèle. Après les avoir comparées, on a laissé brûler l'une d'elles, en la comparant tous les jours avec l'autre, qui ne brûlait que pendant le temps nécessaire aux comparaisons. Après 500 heures d'allumage, le rapport n'avait pas varié de 1 centième. Le maintien du régime est extrêmement facile; il suffit de donner de temps en temps un coup d'œil au galvanomètre en fermant l'interrupteur et de toucher légèrement au rhéostat, si c'est nécessaire.

Enfin, lorsqu'on juge à propos de changer la lampe, il suffit de modifier légèrement les résistances $a$ et $r$. Souvent même on trouve dans un même lot des lampes assez semblables pour qu'on puisse les utiliser avec les mêmes résistances; naturellement, l'intensité lumineuse ne sera pas exactement la même, c'est-à-dire qu'il faudra refaire l'étalonnage photométrique.

---

## M. le Dr Stéphane LEDUC

Professeur à l'École de Médecine de Nantes.

### PHOTOGRAPHIE PAR MOULAGE TRANSPARENT [77.05]

— *Séance du 6 août* —

On peut, à l'aide de moulages transparents, obtenir de bonnes photographies d'objets noirs ou éteignant les rayons photographiques, ayant un faible relief, petits et difficiles à mettre au point. Ce procédé est susceptible de rendre de très nombreux services; en numismatique il permet d'obtenir facilement les photographies de toutes les monnaies ou médailles (*); on peut aussi, sans aucun appareil spécial, obtenir des images photographiques de coupes métalliques ou d'alliages attaqués par les acides. En histoire naturelle, on peut photographier les insectes noirs et leurs différents organes, les diverses parties des plantes, feuilles et graines (**). En

(*) La figure 1 représente la photographie ainsi obtenue d'une pièce d'or.
(**) La figure 2 représente la photographie d'une graine de cresson alénois.

anatomie et en médecine on peut obtenir par ce procédé des photographies de la peau que ne donne aucun autre moyen.




FIG. 1.

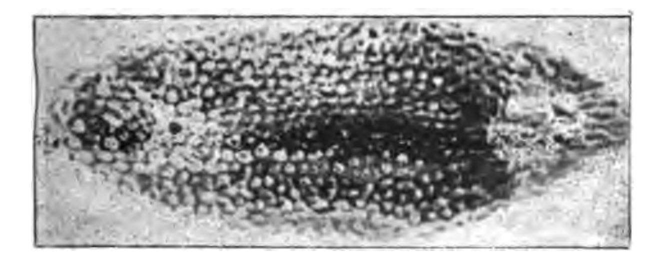


FIG. 2.

Les figures 3 et 4 sont des photographies par moulage transparent de la peau du pouce et de l'avant-bras.

On peut employer pour le moulage diverses substances; nous nous sommes surtout servi de gélatine, que l'on emploie pure pour les objets ayant un fort relief, ou que l'on additionne de substances absorbant la lumière, d'encre de chine par exemple, dans une proportion d'autant plus grande que le relief est moindre.

Des procédés de moulages différents peuvent être utilisés. Pour

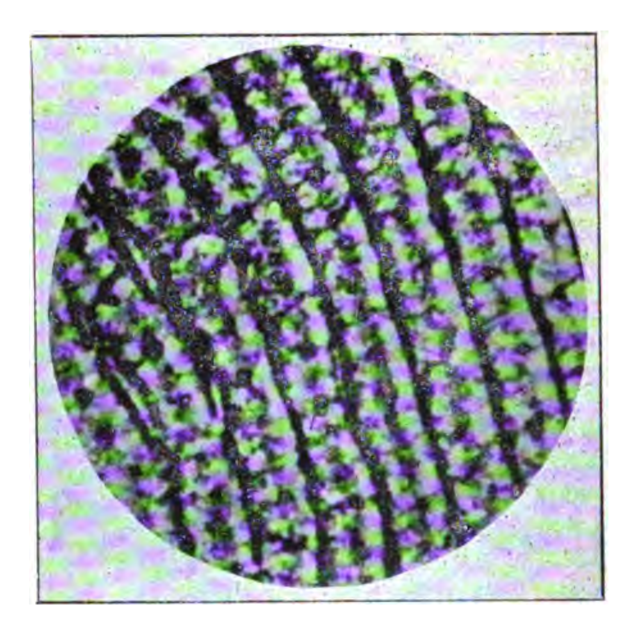


Fig. 3.

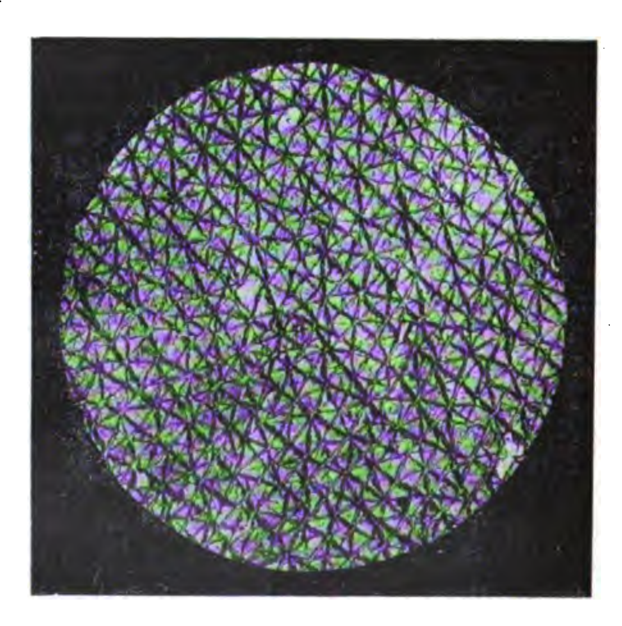


Fig. 4.

les monnaies, les médailles et les métaux, celui qui donne les meilleurs résultats et permet d'éviter facilement les bulles d'air qui altèrent le moulage en adhérant à la surface du métal, consiste à placer la médaille à mouler sur une plaque de verre et à couler sur elle une solution de gélatine à 20/100, à une température telle qu'elle ait la consistance d'un sirop visqueux; on ne laisse tomber ainsi que la quantité de gélatine nécessaire pour recouvrir la médaille; on place sur cette gélatine une lame de verre mince, qui étale la gélatine; s'il existe des bulles d'air à la surface du métal on les aperçoit facilement et on les chasse par des petits mouvements latéraux de la plaque de verre. On laisse la préparation se refroidir et la gélatine bien prendre, puis on place la lame de verre en dessous, la médaille en dessus et, à l'aide d'une petite pince à griffe, on démoule sans difficulté la médaille. On a ainsi un cliché en relief, dans lequel les creux de la médaille sont en noir et les saillies ayant produit les creux du moule laissent passer la lumière. On laisse sécher cette préparation qui donnera ensuite avec la lanterne d'agrandissement, des clichés négatifs, c'est-à-dire donnant des papiers positifs sur lesquels les saillies des médailles viendront en blanc et les creux en noir. Si l'on veut avoir des épreuves sans agrandissement, on tirera les négatifs directement par contact à l'aide du moule.

Le moulage des insectes, des organes de plantes, des graines, etc., se fait en étalant uniformément une couche de gélatine à la surface de la plaque de verre et en moulant l'objet à sa surface au moment où elle commence à prendre.

Pour le moulage de la peau, il faut également couvrir la plaque d'une couche bien uniforme de gélatine fortement teintée par de l'encre de chine; à l'instant où elle commence à prendre, on l'applique à la surface de la peau à mouler et l'on place sur le dos de la plaque un vase en verre mince contenant de la glace ou un mélange réfrigérant; sans cette précaution, la chaleur du corps empêcherait la gélatine de se solidifier; après quelques minutes de refroidissement le démoulage se fait facilement. Nos épreuves montrent, par les détails que l'on peut ainsi obtenir, que cette méthode permet de fixer par la photographie les particularités anatomiques et pathologiques de la peau.

---

## M. le Dr Stéphane LEDUC

Professeur à l'École de Médecine de Nantes

### CHAMPS DE CRISTALLISATION ET CRISTALLOGÉNIE [548.5]

— *Séance du 6 août* —

Lorsqu'on laisse dessécher une solution colloïde pure, on obtient un solide amorphe, homogène, isotrope. Si l'on a préalablement ajouté à la solution colloïde une substance cristallisable, on obtient des formes régulières qui ne sont pas celles des cristaux; ces formes résultent évidemment de l'intervention, pendant la solidification, de la force de cristallisation, c'est-à-dire de la force qui tend à diriger les molécules cristalloïdes dissoutes vers les centres ou noyaux de cristallisation; il est aisé de reconnaître que les molécules des corps cristallisables entraînent dans leurs mouvements les molécules colloïdes et donnent ainsi naissance aux formes régulières constatées. La cristallisation dans les colloïdes exerce donc une action morphogénique constante, dont le rôle dans la nature peut être très étendu, puisque tous les tissus végétaux et animaux résultent de la solidification de solution de colloïdes et de cristalloïdes mélangés. La cristallisation doit donc intervenir dans la morphogénie des êtres vivants. Nous avons indiqué cette action et expliqué son mécanisme dans une note à l'Académie des Sciences, du 17 février 1902.

Nous avons défini le champ de cristallisation, l'étendue de l'espace où s'exerce l'action d'un centre ou noyau de cristallisation. En étendant sur une plaque de verre une solution formée d'un mélange d'une substance cristallisable et d'un colloïde, les molécules s'orientent et se déplacent de façon à représenter, après la dessiccation, les directions suivant lesquelles elles ont été sollicitées, c'est-à-dire à tracer les lignes de force du champ de cristallisation. La préparation peut servir comme un cliché ordinaire pour en tirer des photographies avec la lanterne d'agrandissement. Suivant la proportion du colloïde, gélatine, gomme, albumine, etc., suivant la concentration du corps cristallisable et la rapidité de la dessiccation on obtient le champ seul, sans cristal perceptible au centre ou le champ avec un cristal plus ou moins complètement formé; ces dernières

préparations renseignent sur les rapports entre les cristaux et leurs champs.

Nous avons, par ce procédé, étudié la cristallisation du chlorure de sodium et recueilli des faits dont l'interprétation doit éclairer la cristallogénie.

Avec une proportion suffisante de colloïde, le chlorure de sodium donne des croix simples comme celle de la figure 1.



Fig. 1.

Avec une proportion un peu moindre de colloïde; on obtient un champ de cristallisation complet, comme celui de la figure 2. On voit que ce champ est formé de deux axes perpendiculaires, axes de cristallisation sur lesquels s'élèvent de part et d'autre des lignes perpendiculaires surtout marquées dans la direction *qui tend* à sortir du champ; enfin on peut observer une quatrième ramification encore perpendiculaire à la dernière. C'est le plan le plus commun du champ de cristallisation du chlorure de sodium, dans lequel on trouve toujours les deux axes perpendiculaires.



Fig. 2.

La figure 3 représente une forme plus rare du champ, dans laquelle les lignes de force sont parallèles aux axes de cristallisation re-

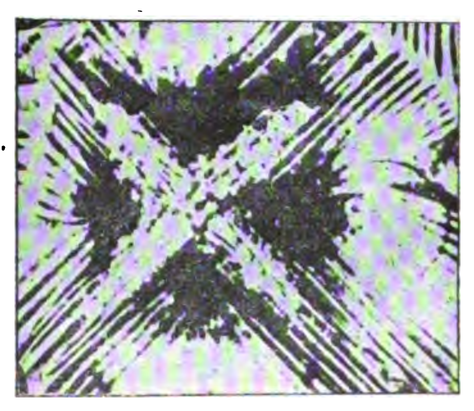


Fig. 3.

présentant des sortes de canaux dans lesquels on aperçoit des granulations, globulites, semblant se rendre vers le centre de cristallisation.

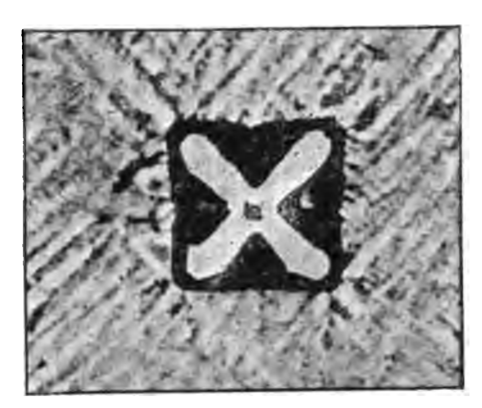


Fig. 4.

La figure 4 représente un cristal au milieu de son champ; on voit que la direction des axes de cristallisation est celle des diagonales du cristal et que dans cette direction le cristal présente une belle croix blanche. Si les cristaux cubiques de chlorure de sodium sont homogènes et isotropes en ce qui concerne la réfraction et la polarisation, on voit qu'ils ne le sont pas en ce qui concerne l'absorption de la lumière.

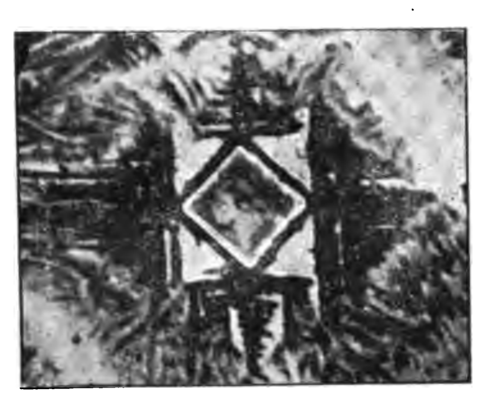


Fig 5

La figure 5 représente un cristal plus complet avec son champ; il existe au centre un cristal formant un noyau dont les diagonales coïncident avec les axes de cristallisation; puis, sur chacun de quatre côtés formant la projection des quatres faces latérales du cristal, se sont édifiés des prismes, par suite desquels on trouve constitué un nouveau cristal ayant tourné de 45° par rapport au noyau et ayant par conséquent les axes de cristallisation perpendiculaires aux quatres faces latérales.



Fig. 6.

La figure 6 représente une formation analogue à celle de la figure 5, mais avec un noyau en trémie.

On peut aussi varier les formes obtenues en ajoutant aux solutions les ions H ou OH par addition d'acide chlorhydrique ou de soude.

En résumé : en faisant cristalliser, sur des lames de verre, des mélanges de solutions colloïdes et de substances cristallisables, on obtient des figures représentant les champs de cristallisation que l'on peut ainsi étudier.

Cette méthode permet d'obtenir et d'étudier les diverses formations des cristaux et leur rapport avec leurs champs, ce qui renseigne sur la cristallogénie.

La cristallisation dans les solutions colloïdes a toujours pour conséquence la production de formes variées et doit, par conséquent, intervenir dans la morphogénie des êtres vivants formés par la solidification de solutions colloïdes et cristalloïdes mélangées.

Les champs de cristallisation peuvent servir à caractériser les substances.

---

## MM. J. MACÉ DE LÉPINAY et H. BUISSON

A Marseille.

### SUR LES CHANGEMENTS DE PHASE PAR RÉFLEXION NORMALE DANS LE QUARTZ SUR L'ARGENT [535.312]

*— Séance du 6 août —*

Les recherches que nous avons entreprises sur ce sujet l'ont été accessoirement, dans le cours de nos essais préliminaires sur notre méthode nouvelle de mesure optique des épaisseurs (*).

Cette dernière repose sur l'observation successive de deux phénomènes d'interférence produits par une même épaisseur de quartz, dans des conditions identiques de température et de pression. Ce sont, d'une part, les franges mixtes, l'un des faisceaux interférents traversant la lame, d'épaisseur $e$, d'indice absolu N, l'autre l'air, d'indice absolu $\nu$; leur ordre d'interférence $p_1$ est lié à $e$, N et $\nu$ par :

$$(N - \nu)\, e = p_1 \lambda$$

(*) Comptes rendus, t. CXXXV, p. 283.

Ce sont, d'autre part, les franges des lames à faces parallèles, l'un des faisceaux interférents étant réfléchi par la face antérieure, l'autre par la face postérieure de la lame à étudier, franges dont l'ordre d'interférence $p_2$ est lié à $e$ et N par $2Ne = p_2 \Lambda$

De ces deux relations, on déduit à la fois :

$$e = \frac{(p_2 - 2p_1)\Lambda}{2\nu} \text{ et } \frac{N}{\nu} = \frac{p_2}{p_2 - 2p_1}$$

Ce serait sortir de notre sujet que de décrire ici l'appareil employé, les méthodes d'observation et de calcul. Signalons uniquement ce fait : dès que l'épaisseur de la lame dépasse un centimètre, la méthode du spectre cannelé est inapplicable, par suite de l'ordre élevé d'interférence des franges des lames parallèles et du resserrement excessif des cannelures du spectre qui en est la conséquence. Nous opérons donc en lumière homogène (radiations rouge, verte et bleue du cadmium). Les franges des lames à faces parallèles se présentent alors sous la forme d'anneaux concentriques (anneaux de Lummer-Michelson). La partie fractionnaire $\varepsilon_2$ de l'ordre d'interférence au centre est alors proportionnelle, en lumière réfléchie, au carré du diamètre $d_2$ du premier anneau sombre ; on a donc :

$$p_2 = q_2 + \varepsilon_2 = q_2 + hd^2_2$$

où $q_2$ est un nombre entier et $h$ un coefficient connu d'avance.

Cette méthode, appliquée sous cette forme à des lames de plus en plus épaisses, peut présenter des difficultés qu'il nous importait de prévoir et d'étudier. Elles peuvent provenir de ce que les radiations verte et bleue du cadmium ne sont pas parfaitement homogènes, la raie principale étant accompagnée de satellites plus faibles, étudiés par Michelson, puis par Perot et Fabry.

De l'existence de ces satellites, à chacun desquels correspond un système particulier d'anneaux et de la superposition de ces différents systèmes aux anneaux de la radiation principale, peut résulter tout à la fois une diminution de visibilité des franges et, ce qui est plus grave, un déplacement, un changement apparent de diamètre des anneaux sombres par rapport à celui des anneaux que donnerait la radiation principale si elle était seule (*). Ce double effet, insensible pour un ordre d'interférence relativement faible, croît d'abord avec l'épaisseur de la lame étudiée et varie ensuite avec elle, suivant une loi d'ailleurs assez complexe.

Pour éliminer cet effet, il suffit de substituer à l'observation des

(*) Nous avons constaté l'existence de ce dernier effet pour une lame de un centimètre d'épaisseur dans le cas de la raie verte de l'arc au mercure.

anneaux de Michelson dans la lumière réfléchie, obtenus avec des surfaces nues, celle des anneaux transmis obtenus en recouvrant les deux surfaces de la lame d'argentures translucides (Boulouch, Perot et Fabry).

L'emploi des anneaux ainsi obtenus serait avantageux même dans le cas des lames les plus minces, car les anneaux brillants, se présentant, comme on le sait, sous l'aspect de lignes déliées se détachant sur un fond obscur, se prêtent particulièrement bien à des mesures précises. Pour les grandes épaisseurs, cet emploi peut devenir absolument nécessaire. Dans la lumière réfléchie, en effet, les anneaux observés correspondent à une radiation moyenne mal définie. Dans la lumière transmise, au contraire, les anneaux brillants de chacun des satellites, grâce à leur étroitesse, se séparent de ceux qui sont dus à la radiation principale, de sorte que l'on peut faire porter les mesures exclusivement sur ces derniers.

Mais ici intervient une complication. Des deux faisceaux principaux interférant en un point quelconque du champ, l'un a été directement transmis, l'autre s'est réfléchi deux fois dans l'intérieur du quartz contre l'argent. Or, chacune de ces réflexions sous incidence normale est accompagnée d'un changement de phase qu'il importe de connaître et qui est fonction à la fois du milieu, de la longueur d'onde et de l'épaisseur de la couche d'argent. A ce sujet, les résultats des expériences de Wernicke (*) et de Kath (**) ne pouvaient être considérés comme suffisants. D'une part, ils sont relatifs à la réflexion dans le mica contre l'argent, d'autre part, la méthode employée par l'un et l'autre de ces auteurs ne peut se prêter à des mesures précises pour des raisons données plus loin.

Deux méthodes ont été successivement employées et appliquées par nous aux trois radiations rouge (R), verte (V) et bleue (B) du cadmium.

La lame de quartz à faces parallèles n'avait qu'un centimètre d'épaisseur. Dans ces conditions les satellites des radiations principales ne pouvaient modifier l'aspect des anneaux réfléchis (***).

*Première méthode.* — Elle est directe, en tant qu'elle nous donne directement les corrections à apporter aux ordres d'interférence mesurés en lumière transmise par une lame recouverte de demi-argentures. Elle est, d'autre part, deux fois plus sensible que l'autre.

(*) *Wied. Ann.*, t. LI, p. 448 et t. LII, p. 515. 1894.
(**) *Wied. Ann.*, t. LXII, p. 328. 1897.
(***) Cela ressort en particulier de la concordance des mesures de rapport des longueurs d'onde des trois radiations principales du cadmium effectuées par Michelson (anneaux réfléchis) et par Perot et Fabry (anneaux transmis).

Une lame de quartz à faces bien parallèles est argentée simultanément sur ses deux faces (*), à mi-hauteur seulement. Elle est recouverte d'un écran percé de deux fenêtres : l'une A, en face de la partie argentée; l'autre B, en face de la partie dénudée. Une image monochromatique de la source est projetée sur l'ouverture B; on mesure le diamètre $d_0$ du premier anneau sombre. L'ordre d'interférence au centre est $p_0 + hd^2_0$.

Déplaçons alors la lame, de manière à substituer l'ouverture A à l'ouverture B, et supposons pour un instant qu'à ces deux ouvertures correspondent des épaisseurs parfaitement identiques de la lame. Dans ces conditions, s'il n'y avait aucun changement de phase par réflexion sur l'argent (**), les anneaux brillants transmis à travers les deux argentures en A et, en particulier, le premier d'entre eux aurait même diamètre que les anneaux sombres réfléchis en B. Comme il n'en est rien, mesurons le diamètre $d_1$ du premier anneau brillant. L'ordre d'interférence au centre est :

$$p_1 + hd^2_1$$

*L'accroissement* de cet ordre d'interférence dû à l'effet de deux réflexions dans le quartz sur l'argent est alors donné par :

$$p_1 - p_0 + h\,(d^2_1 - d^2_0) = q_1 + \varepsilon_1$$

Ce nombre mesure le retard de phase dû à ces deux réflexions, exprimé, comme nous le ferons par la suite, en périodes. La valeur absolue du retard s'obtiendrait en multipliant ce même nombre par $\lambda$.

Nous devons faire, avant d'aller plus loin, deux remarques applicables également à la seconde méthode.

Nous effectuons le calcul comme si le changement de phase étudié était un retard de phase. Cela revient simplement à considérer ce retard comme une grandeur algébrique. En fait, les nombres entiers $p_1$ et $p_0$ et, par suite $q_1$ étant jusqu'à nouvel ordre indéterminés, la partie fractionnaire, qui est positive d'après notre mode de calcul, est seule actuellement connue. Si nous parvenons, comme nous le ferons dans la suite, à déterminer la véritable valeur de $q_1$, deux cas pourront se présenter. Si $q_1$ est nul ou positif, il s'agit réellement d'un retard de phase; si nous trouvons pour $q_1$ une valeur négative, le retard de phase est négatif; en d'autres termes il s'agit en réalité d'une avance de phase.

Nous avons supposé que les deux régions A et B de la lame avaient des épaisseurs identiques. Quelque bien travaillée qu'elle puisse être, il n'en est jamais ainsi. Mais il est facile d'en tenir compte. La lame étant désargentée sur toute son étendue, nous

(*) A cet effet, la lame est placée verticalement dans le bain d'argenture.

(**) Ou, plus rigoureusement, si le changement de phase était le même que par réflexion dans le quartz contre l'air. — Mais on sait que ce dernier est nul.

comparons les diamètres $d_a$, $d_b$ du premier anneau noir en lumière réfléchie, en A et B. Le retard dû à la différence d'épaisseur, lorsqu'on passe de B à A, est :

$$p + h\,(d^2{}_a - d^2{}_b).$$

Comme d'ailleurs ce retard (considéré toujours comme une grandeur algébrique) est très petit, la valeur de $p$, qui est 0 ou 1, est immédiatement connue. Ce retard atteignait, dans nos expériences, 0,143 pour la radiation V, ce qui correspond à un accroissement d'épaisseur de $0^\mu,023$ seulement pour deux régions distantes de 1 centimètre environ. Ce retard de phase doit être retranché du retard apparent dû à l'argenture.

*Deuxième méthode.* — Celle-ci présente une certaine analogie avec celle de Wernicke (*). La région B étant toujours dénudée, la région A n'est argentée que sur la face opposée à la source. On mesure les diamètres des anneaux sombres, réfléchis, $d_1$ en A et $d_0$ en B. Le retard de phase dû à une *seule* réflexion dans le quartz sur l'argent est donné (sauf la correction d'épaisseur) par

$$p_1 - p_0 + h\,(d^2{}_1 - d^2{}_0) = q_1 + \varepsilon_1.$$

Comme vérification, si l'on peut appliquer ces deux méthodes dans des conditions identiques d'argenture, on doit trouver :

$$q_1 + \varepsilon_1 = \frac{q_2}{2} + \frac{\varepsilon_2}{2}.$$

Comme les entiers $q_1$ et $q_2$ sont inconnus, la vérification ne peut porter, pour le moment du moins, que sur les parties fractionnaires des deux membres de cette égalité. On pourra, toutefois, en déduire l'ordre de parité de $q_2$. Si $q_2$ est pair, on aura

$$\varepsilon_1 = \frac{\varepsilon_2}{2};$$

si $q_2$ est impair,

$$\varepsilon_1 = \frac{\varepsilon_2}{2} + 0{,}50.$$

Ce dernier cas est celui qui s'est trouvé réalisé dans nos expériences (**).

(*) La lumière blanche, réfléchie normalement sur une lamelle de mica argentée sur l'une de ses faces, sur la moitié de sa hauteur, tombe sur la fente d'un spectroscope. On obtient deux spectres cannelés superposés. La partie fractionnaire du changement de phase par réflexion sur l'argent se déduit du déboîtement des franges noires de l'un des spectres par rapport à celles de l'autre.

(**) C'est ainsi que nous avons trouvé avec une argenture d'épaisseur moyenne : $\varepsilon_1 = 0{,}64$, $\varepsilon_2 = 0{,}30$. On a bien (aux erreurs près d'expérience)

$$0{,}64 = \frac{0{,}30}{2} + 0{,}50$$

Ces deux méthodes ne peuvent être, en général, indifféremment employées. Si l'épaisseur d'argent et, par suite, son pouvoir réflecteur, sont suffisants, les anneaux transmis par double argenture se prêtent à des mesures très précises, tandis que les anneaux réfléchis avec une seule argenture, étant dus à l'interférence de faisceaux d'intensité notablement différentes, sont indistincts. C'est précisément dans des conditions analogues, défectueuses par suite, que se sont placés Wernicke et Kath. Pour des épaisseurs d'argent extrêmement faibles, au contact desquelles le pouvoir réflecteur du quartz est à peine supérieur à celui du quartz contre l'air, les anneaux transmis sont peu discernables, tandis que les anneaux réfléchis avec une seule argenture tendent à devenir aussi nets qu'avec des surfaces nues La seconde méthode s'impose, alors, quoique bien inférieure à l'autre.

Les épaisseurs d'argent ont été mesurées, pour les plus fortes, par la méthode de Fizeau (*), en transformant l'argent en iodure et examinant les colorations de la couche d'iodure obtenue. Pour les plus faibles, l'épaisseur de l'iodure a été déterminée en recouvrant le côté du quartz partiellement ioduré d'une lame de verre et observant en lumière monochromatique le déboîtement des franges produites dans les deux lames minces d'air entre verre et quartz, d'une part, entre verre et iodure, d'autre part. Ce procédé est peu précis.

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau suivant, où n'ont été inscrites que les parties fractionnaires $\varepsilon_1$ du retard de phase dû à une seule réflexion dans le quartz sur l'argent.

| Épaisseurs d'argent en $\mu\mu$ | R | V | B |
|---|---|---|---|
| 73 | » (**) | 0,63 | 0,65 |
| 40 | 0,65 | 0,655 | 0,67 |
| 37 | 0,63 | 0,64 | 0,65 |
| 31 | 0,59 | 0,63 | 0,64 |
| 15 | 0,61 | 0,63 | 0,63 |
| 13 | 0,50 | 0,56 | 0,57 |
| 7 | 0,20 | 0,31 | 0,36 |
| 5 | 0,13 | 0,18 | 0,30 |

De l'examen de ces nombres ressortent les conclusions suivantes :

1° Quelle que soit la radiation considérée, l'excédent fractionnaire $\varepsilon_1$ tend régulièrement vers zéro en même temps que l'épaisseur d'argent. Comme il doit en être nécessairement de même du change-

(*) Comptes rendus, t. LII, p. 274. 1861.
(**) Mesure non effectuée, l'argenture étant opaque pour le rouge.

ment de phase $q_1 + \varepsilon_1$, nous en concluons que $q_1 = 0$. Il s'agit donc bien d'un retard de phase, dont les valeurs se confondent avec celles de $\varepsilon_1$ (*);

2° Ce retard de phase, lorsque l'épaisseur de la couche d'argent augmente, croît d'abord rapidement à partir de zéro, surtout pour V et B, moins vite pour R. Mais il ne tarde pas, pour des épaisseurs supérieures à $30\mu\mu$, à prendre une valeur limite constante, indépendante de l'épaisseur.

3° Cette valeur limite est presque indépendante de la longueur d'onde. Elle croît légèrement quand la longueur d'onde diminue (c'est ce qui ressort nettement de chacune de nos séries de mesures prise isolément). Cette valeur limite est 0,63 pour R, 0,64 pour V, 0,65 pour B.

Plusieurs de ces conclusions sont d'accord avec celles de Wernicke et de Kath. Ces auteurs ont trouvé en effet que le retard de phase (algébrique) dans le mica contre l'argent était, pour des épaisseurs suffisantes, indépendant de la longueur d'onde et égal à $p + 0,67$.

Mais, d'après ces auteurs, si l'on a affaire réellement à un retard de phase ($q_1 = 0$), dans le cas d'argentures *peu adhérentes*, on aurait, pour des argentures bien adhérentes à leur support, $q_1 = -1$. Le changement serait dans ce dernier cas une avance, exactement complémentaire du retard qui se produirait aussitôt qu'il se trouverait quelque impureté interposée entre la couche d'argent et son support.

Nous n'avons entrepris aucune expérience à ce sujet, nos recherches ayant, comme on l'a vu, un but spécial auquel elles répondent entièrement. La seule grandeur qu'il nous importait de connaître était en effet la partie fractionnaire du retard de phase introduit par réflexion sur l'argent, qui en fait, d'après Wernicke, serait indépendante de l'adhérence plus ou moins complète de la couche d'argent.

Malgré l'absence, sur ce point, de recherches personnelles, qu'il nous soit permis de remarquer que les faits observés par Wernicke paraissent en contradiction avec le principe de continuité. On ne voit pas par quels intermédiaires le changement de phase passerait d'une valeur $+ \varepsilon_1$ à la valeur complémentaire négative $\varepsilon_1 - 1$, si l'épaisseur des impuretés interposées venait à varier d'une manière continue en tendant vers zéro.

(*) S'il y avait avance de phase, d'après notre mode de calcul, $q_1$ serait un entier négatif, égal à $-1$, l'avance en valeur absolue serait égale à $1 - \varepsilon_1$; mais, comme cette avance doit tendre vers zéro quand l'épaisseur d'argent diminue, $\varepsilon_1$ tendrait vers 1, ce qui est contraire aux observations.

# M. MATHIAS

Professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse

## REMARQUES A PROPOS DU MÉMOIRE DE W. RAMSAY ET SHIELDS [532-66]

*— Séance du 6 août —*

§. I. — Les idées de correspondance introduites dans la science par J. D. Van der Waals ont été appliquées aussitôt par lui aux phénomènes capillaires.

Si l'on porte en ordonnées les valeurs de la *tension superficielle* A et en abscisses les températures, on obtient une courbe très analogue à une branche d'hyperbole qui admettrait une asymptote de coefficient angulaire négatif et dont le sommet se trouverait sur l'axe des abscisses en un point tel que $t = \theta$, $\theta$ étant la température critique du corps considéré. Au voisinage de $\theta$, on peut poser :

$$A = a (1 - m)^b,$$

$m$ étant la température *réduite*, $a$ et $b$ des constantes absolues qui doivent être les mêmes pour les différents corps si les lois des états correspondants s'appliquent. J. D. Van der Waals a trouvé, comme valeur théorique au voisinage de $\theta$, $b = 3/2$ (*); mais les vérifications tentées par Verschaffelt donnent des nombres plus faibles voisins de 1,23 pour un grand nombre de liquides.

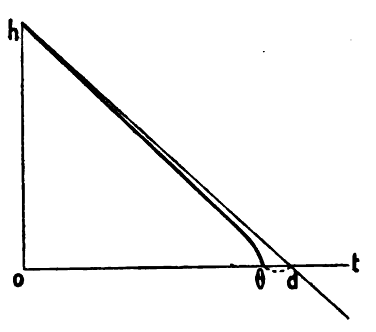
De même, si l'on considère *l'énergie superficielle moléculaire* $A (Mv)^{2/3}$, M étant le poids moléculaire et $v$ le volume spécifique du liquide, c'est-à-dire l'inverse de sa densité, la théorie indique que $\frac{d}{dt} A (Mv)^{2/3}$ doit être la même fonction de la température pour tous les corps, cette fonction tendant, à quelque distance de la température critique, vers une distance voisine de 2,27 (Verschaffelt trouve 2,22 d'après $CO^2$ et 2,20 d'après $Az^2O$).

Alors qu'on s'est occupé d'appliquer les lois des états correspondants à la tension superficielle A et à l'énergie superficielle molécu-

(*) J. D. Van der Waals, *Théorie thermodynamique de la Capillarité dans l'hypothèse d'une variation continue de densité*, p. 50. (*Arch. Néerl.* t. XXVIII, p. 121).

A $(Mv)^{2/3}$, on ne paraît pas s'être préoccupé, à ma connaissance du moins, de les appliquer à l'*ascension capillaire* $h$, qui constitue un élément directement tiré de l'expérience et qui ne suppose pas, comme la tension superficielle, la connaissance des deux sortes de densités du liquide étudié à la température de l'expérience.

Cet oubli paraîtra surprenant si l'on songe que, d'après les recherches de Brünner et beaucoup de travaux récents, cet élément varie avec la température suivant une loi de décroissance presque rigoureusement linéaire. Comme pour l'énergie superficielle moléculaire, ce n'est qu'à quelques dizaines de degrés de la température critique que l'on voit apparaître une courbure sensible de la ligne $h = f(t)$, laquelle s'annule pour $t = \theta$ et admet alors une tangente probablement parallèle à l'axe des ordonnées.




Pour rendre les expériences comparables, convenons de rapporter les ascensions observées dans des tubes quelconques à ce qu'elles seraient dans un tube idéal de $0^{mm},1$ de rayon. Soit $h_r$ l'ascension observée dans un tube de rayon $r$ et $h$ la hauteur que l'on observerait dans le tube idéal; on a, d'après la loi de Jurin-Borelli :

$$h_r \cdot r = h \frac{1}{100} \qquad \text{d'où } h = 100\, h_r \cdot r$$

Nous supposerons, dans ce qui suivra, que les hauteurs d'ascension sont relatives au tube de $\frac{1}{100}$ de centimètre de rayon.

Cela étant, exprimons que, sauf au voisinage de $\theta$, $h$ est une fonction linéaire et décroissante de la température; on aura, la courbe $h = f(t)$ ayant la forme ci-contre,

$$h = h_0 - c\,t = c\,(\theta + d - t) = c\,(\Theta - \mathrm{T} + d)$$

$c$ et $d$ étant des constantes numériques, $\mathrm{T} = 273 + t$ la température absolue et $\Theta = 273 + \theta$ la température critique absolue. Introduisons la température réduite $m_1$, il vient :

$$h = c\,\Theta \left(1 - \frac{\mathrm{T}}{\Theta} + \iota\right) = h_m\,(1 + \iota - m),$$

$h_m = c\Theta$ et $\iota = \frac{d}{\Theta}$ étant de nouvelles constantes qui, si les lois

des états correspondants s'appliquent, devront être les mêmes pour tous les corps.

Si, au lieu d'écrire l'équation de l'asymptote à la courbe $h = f(t)$, on écrit l'équation d'une corde de cette courbe, ce qui arrive quand on ne dispose pas d'expériences suffisamment éloignées de la température critique du liquide, le coefficient angulaire $-c$ est trop grand en valeur absolue; par contre $d$ est trop petit. Les valeurs de $h_m$ et de $\varepsilon$ seront donc en général par excès pour la première et par défaut pour la seconde. Cette remarque sera utilisée plus loin. Les mesures très précises d'ascension capillaires de Ramsay et Shields (*) permettent des vérifications; parmi les corps *non associés*, le formiate de méthyle, l'éther, l'acétate d'éthyle, la benzine, le tétrachlorure de carbone, le chlorure de benzine ont été l'objet de recherches étendues.

| CORPS | $\theta$ | $h_0$ | $c$ | $h_m$ | $\varepsilon$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Formiate de méthyle . . . . | + 214° | cm 5,695 | 0,025 55 | 12,441 | 0,018 |
| Éther ordinaire. . . . . . . | + 194,5 | 5,243 | 0,026 49 | 12,384 | 0,007 |
| Acétate d'éthyle . . . . . . | + 251 | 6,782 | 0,022 73 | 11,909 | 0,014 |
| Benzine. . . . . . . . . . . | + 288,5 | 6,946 | 0,022 96 | 12,892 | 0,025 |
| Chlorure de benzène . . . . | + 333 | 6,351 | 0,017 07 | 10,347 | 0,064 |
| Tétrachlorure de carbone . . | + 283 | 3,540 | 0,011 57 | 6,580 | 0,029 |

On voit que les quatre premiers corps forment un groupe assez homogène caractérisé par une valeur de $h_m$ voisine de 12 et par une valeur de $\varepsilon$ voisine de 0,020. Par contre, le chlorure de benzène et surtout le tétrachlorure de carbone sont visiblement en dehors de ce groupe, à cause des valeurs divergentes de leurs $h_m$.

Les corps *associés* étudiés par Ramsay et Shields donnent les résultats suivants :

| CORPS | $\theta$ | $h_0$ | $c$ | $h_m$ | $\varepsilon$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Alcool méthylique . . . . . | + 240° | cm 5,394 | 0,022 51 | 11,546 | 0 |
| Alcool éthylique . . . . . . | + 243,1 | 6,325 | 0,021 34 | 11,014 | 0,103 |
| Acide acétique . . . . . . . | + 321,5 | 5,609 | 0,015 39 | 9,115 | 0,072 |

A part la divergence de $\varepsilon$ provenant de l'alcool méthylique, on voit que $\varepsilon$ a ici des valeurs sensiblement plus grandes que celles du premier groupe et du même ordre de grandeur que le $\varepsilon$ du chlorure

(*) Ramsay et Shields, *Zeitsch, für phys. Chemie*, t. XII, p. 433, 1893.

de benzène. Quant à $h_m$, il est sensiblement le même pour les deux alcools étudiés; l'acide acétique se range dans un groupe distinct de celui des alcools.

Les mesures de P. de Heen (*) fournissent d'autres vérifications, mais donnent des valeurs de $h_m$ qui ne concordent pas toujours avec celles de Ramsay et Shields, étant généralement plus petites. Les formules linéaires de cet auteur donnent les résultats suivants lorsqu'on y introduit la température réduite, qu'on les rapporte au tube de $0^{cm},01$ de rayon et qu'on exprime les ascensions en centimètres :

| CORPS | $\theta$ | $h_0$ | $c$ | $h_m$ | $\varepsilon$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Alcool éthylique.. . . . | + 243° | 5$^{cm}$866 | 0,014 65 | 6,744 | 0,399 |
| Alcool propylique . . . | + 258 | 6 070 | 0,014 65 | 7,779 | 0,294 |
| Alcool isopropylique. . | + 234,6 | 5 776 | 0,015 04 | 7,634 | 0,294 |
| Chlorure de propyle . . | + 221 | 5 277 | 0,018 82 | 9,297 | 0,120 |
| Bromure d'éthyle . . . | + 236 | 3 545 | 0,013 48 | 6,860 | 0,058 |
| Acétate de méthyle . . . | + 233,7 | 5 651 | 0,017 42 | 8,842 | 0,177 |
| Acétate d'éthyle . . . . | + 250 | 5 696 | 0,017 49 | 9,145 | 0,144 |
| Acétate de propyle. . . | + 276,2 | 5 719 | 0,017 49 | 9,603 | 0,093 |
| Acétate de butyle. . . . | + 305,9 | 5 742 | 0,016 33 | 9,453 | 0,079 |
| Valérianate de méthyle. | + 285 | 5 916 | 0,019 00 | 10,602 | 0,047 |
| Valérianate d'éthyle . . | + 295 | 5 916 | 0,018 21 | 10,343 | 0,052 |
| Butyrate de méthyle . . | + 280 | 6 020 | 0,019 53 | 10,800 | 0,050 |
| Butyrate d'éthyle. . . . | + 300 | 5 997 | 0,018 93 | 10,847 | 0,030 |
| Propionate de méthyle. | + 257,4 | 5 916 | 0,020 72 | 10,990 | 0,053 |
| Propionate d'éthyle. . . | + 272,9 | 5 928 | 0,020 28 | 11,069 | 0,035 |
| Propionate de propyle. | + 297 | 6 067 | 0,018 44 | 10,513 | 0,056 |
| Formiate de propyle . . | + 264,85 | 5 939 | 0,019 21 | 10,332 | 0,082 |
| Formiate de butyle. . . | + 288,2 | 5 916 | 0,017 45 | 9,787 | 0,091 |
| Acide acétique . . . . . | + 321,5 | 5 617 | 0,014 97 | 8,900 | 0,090 |
| Acide propionique. . . | + 339 | 5 583 | 0,014 38 | 8,802 | 0,080 |

La considération de ce tableau entraîne les conséquences suivantes :

Il y a discordance complète entre l'alcool éthylique de Ramsay et Shields et celui de P. de Heen, ce qui se comprend aisément si l'on suppose que celui de P. de Heen était un peu plus hydraté que celui de Ramsay et Shields.

Les alcools propylique et isopropylique obéissent remarquablement aux lois des états correspondants.

(*) P. DE HEEN, *Recherches touchant la physique comparée et la théorie des liquides*, Chapitre IV, p. 60 à 76, 1888

Les éthers composés des alcools gras saturés provenant d'un même acide gras forment des groupes dans l'intérieur desquels les lois des états correspondants se vérifient bien. Lorsque le poids moléculaire est assez élevé (propionates, butyrates, valérianates), les groupes se fondent en un seul, dans lequel $h_m$ est voisin de 10,5 et $\varepsilon$ de 0,045.

L'acide acétique a des propriétés remarquablement identiques dans les mesures de Ramsay et Shields et dans celles de P. de Heen et il est absolument comparable à l'acide propionique.

Aux résultats précédents on peut joindre les deux résultats suivants :

| CORPS | Expérimentateurs | $\theta$ | $h_o$ | $c$ | $h_m$ | $\varepsilon$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| — | — | — | — | — | — | — |
| Sulfure de carbone . . . . | R. et S. | + 276° | 4,491 | 0,01498 | 10,609 | 0,043 |
| Chlorure de méthyle . . . | Verschaffelt | + 141,5 | 4,209 | 0,02650 | 10,984 | 0,042 |
| Trichlorure de phosphore. | R. et S. | + 285,5 | 3.902 | 0,01243 | 6,944 | 0,051 |

Les résultats relatifs au sulfure de carbone et au trichlorure de phosphore sont tirés du mémoire de Ramsay et Shields où figurent, pour chacun de ces deux corps, deux mesures à basse température. Le chlorure de méthyle résulte d'une étude encore inédite de Verschaffelt résumée dans une formule linéaire citée par Van Eldik (*). On voit que le sulfure de carbone et le chlorure de méthyle paraissent faire partie du même groupe que les éthers composés de poids moléculaires un élevés. Quant au trichlorure de phosphore, il viendrait se placer à côté du bromure d'éthyle de P. de Heen.

Ce qui précède suffit à montrer que les lois des états correspondants s'appliquent vraisemblablement à l'ascension capillaire, pourvu qu'on forme des *groupes* et que le groupe des éthers composés, qui comprend beaucoup d'autres corps réguliers, paraît caractérisé par $h_m$ voisin de 10,6 et par $\varepsilon$ voisin de 0,045. On voit aussi que les expériences existantes sont peu nombreuses et peu concordantes et qu'il y aurait lieu de faire une étude d'ensemble sur cette question avec toute la précision possible.

§ 2. — Il n'y a aucun doute que, dans les différents *groupes* dont il vient d'être question, la valeur de $h_m$ ne varie du simple au double, de 6 à 12 environ. Cherchons en vertu de quel mécanisme il peut en être ainsi. Nous y arriverons en exprimant, conformément aux recherches de Ramsay et Shields, que *l'énergie superficielle molé-*

(*) Van Eldik. *Communications from the phys. Lab. of Leiders*, n° 39.

*culaire* $A(Mv)^{2/3}$ est, à température un peu éloignée de la température critique, une fonction linéaire et décroissante de $t$ dont le coefficient angulaire est voisin de — 2,121.

$h_r$ étant l'ascension dans un tube de rayon $r$ d'un liquide dont les deux sortes de densités à la température de l'expérience sont $\delta$ et $\delta'$, on a, $g$ étant l'accélération de la pesanteur et A la tension superficielle :

$$A = \frac{1}{2} g r h_r (\delta - \delta') = \frac{1}{2} g \frac{h}{100} (\delta - \delta') = \frac{g}{200} c (\theta + d - t)(\delta - \delta')$$

On tire de là

$$A(Mv)^{2/3} = A \frac{M^{2/3}}{\delta^{2/3}} = \frac{gc}{200} M^{2/3} (\theta + d - t) \frac{\delta - \delta'}{\delta^{2/3}}$$
$$= \frac{g h_m}{200} \frac{M^{2/3}}{\Theta} (\theta + d - t) \frac{\delta - \delta'}{\delta^{2/3}}.$$

Écrivons la loi de Ramsay et Shields, il viendra :

$$\frac{d}{dt} A(Mv)^{2/3} = 2,12 = \frac{g h_m}{200} \frac{M^{2/3}}{\Theta} \frac{d}{dt} \left\{ (\theta + d - t) \frac{\delta - \delta'}{\delta^{2/3}} \right\}$$

d'où l'on tire :

$$h_m = \frac{2,12 \times 200}{g \left( \frac{M^{2/3}}{\Theta} \right)} + \frac{1}{\frac{d}{dt} \left\{ (\theta + d - t) \frac{\delta - \delta'}{\delta^{2/3}} \right\}}.$$

En supposant la constance absolue du coefficient 2,12 (*), la valeur de $h_m$ dépend de celle de la parenthèse $\frac{M^{2/3}}{\Theta}$ et du coefficient de variation avec la température de l'expression

$$(1) \qquad (\theta + d - t) \frac{\delta - \delta'}{\delta^{2/3}}.$$

Si l'on remarque que $\varepsilon = 0,045$ environ, pour $\Theta = 300$, $d = 13^\circ 5$; pour $\Theta = 400$, $d = 18^\circ$, etc. L'expression précédente a une variation du même ordre que celle de l'expression plus simple

$$(2) \qquad (\theta - t) \frac{\delta - \delta'}{\delta^{2/3}}.$$

(*) Les recherches de Dutoit et Friderich, confirmées par celles de Ph.-A. Guye et Baud, montrent que, pour les corps stables à point critique élevé, ce coefficient peut atteindre des valeurs notablement plus élevées (2,30 — 2,43).

Les expressions (1) et (2) sont des fonctions décroissantes de la température tout à fait analogues à la fonction $h = f(t)$, c'est-à-dire admettant une asymptote rectiligne de coefficient angulaire négatif; toutefois, l'expression (1) a une variation plus voisine d'être linéaire que l'expression (2), et la valeur absolue du coefficient de variation à basse température est un peu plus grande.

Étudions la fonction (2); on trouve pour coefficient de variation :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Pour l'hexane normal........ | entre | 60° et 70° | — 0,9460 |
| pentane normal......... | | 0° et 30° | — 0,9494 |
| heptane normal........ | | 70° et 80° | — 0,9523 |
| l'acide sulfureux........ | | 0° et 10° | — 1,2537 |
| tétrachlorure de carbone | | 20° et 80° | — 1,2812 |
| l'acide carbonique...... | | 0° et 5° | — 1,0304 |
| formiate de propyle..... | | 80° et 100° | — 1,0421 |

Étant données les différences extrêmes des fonctions chimiques et des températures critiques des corps précédents, on peut dire que *le coefficient de variation avec la température de l'expression* (1), *aussi bien que de l'expression* (2), *est voisin de* 1 *en valeur absolue*.

La valeur précédemment trouvée pour $h_m$ devient, avec quelques réserves relatives à la valeur du coefficient de variation des expressions (1) et (2) :

$$h_m = \frac{2,12 \times 200}{g} \times \frac{1}{\left(\frac{M^{2/3}}{\Theta}\right)}.$$

On voit donc que les *groupes dont il a été question auparavant et qui sont définis par la quasi-constance de $h_m$ sont en réalité ceux pour lesquels la fonction*

$$\frac{M^{2/3}}{\Theta}$$

*a sensiblement la même valeur.*

Voici les valeurs de cette fonction pour un certain nombre de corps :

| CORPS | M | $\Theta$ | $\frac{M^{2/3}}{\Theta}$ |
|---|---|---|---|
| — | — | — | — |
| Eau | 18 | 643 | 0,01068 |
| Alcool méthylique | 31,93 | 513 | 0,01962 |
| Alcool éthylique | 45,9 | 516 | 0,02484 |
| Ammoniac | 31 | 403,5 | 0,02445 |
| Acétone | 58 | 506,5 | 0,02958 |
| Formiate de méthyle | 59,86 | 487 | 0,03142 |
| Formiate d'éthyle | 73,83 | 408,3 | 0,03462 |
| Acétate de méthyle | 73,83 | 506,7 | 0,03473 |
| Benzine | 77,84 | 561,7 | 0,03247 |
| Éthylène | 28 | 282,3 | 0,03266 |
| Sulfure de carbone | 76 | 546 | 0,03286 |
| Peroxyde d'azote | 60 | 444,2 | 0,03450 |
| Chlorure de méthyle | 50,5 | 414,3 | 0,03298 |
| Formiate de propyle | 87,8 | 537,85 | 0,03673 |
| Acétate d'éthyle | 87,8 | 523,1 | 0,03776 |
| Propionate de méthyle | 87,8 | 530,4 | 0,03724 |
| Isopentane | 72 | 460,8 | 0,03756 |
| Pentane normal | 72 | 470,2 | 0,03681 |
| Fluorure de benzène | 95,8 | 559,55 | 0,03742 |
| Chlorure de benzène | 112,2 | 633 | 0,03675 |
| Éther | 73,84 | 467,4 | 0,03764 |
| Acide sulfureux | 64 | 429 | 0,03730 |
| Acétate de propyle | 101,77 | 549,2 | 0,03969 |
| Propionate d'éthyle | 101,77 | 545,9 | 0,03993 |
| Butyrate de méthyle | 101,77 | 554,25 | 0,03943 |
| Isobutyrate de méthyle | 101,77 | 540,55 | 0,04032 |
| Hexane normal | 85,82 | 507,8 | 0,03831 |
| Heptane normal | 99,79 | 539,9 | 0,03985 |
| Acide carbonique | 44 | 304,35 | 0,04095 |
| Protoxyde d'azote | 44 | 311 | 0,04007 |
| Chlore | 71 | 419 | 0,04092 |
| Octane normal | 114 | 569,4 | 0,04129 |
| Bromure de benzène | 156,6 | 670 | 0,04336 |
| Iodure de benzène | 203,4 | 721 | 0,04797 |
| Trichlorure de phosphore | 137,5 | 558 | 0,04770 |
| Tétrachlorure de carbone | 153,45 | 556,15 | 0,05153 |
| Iodure d'éthyle | 204 | 559,5 | 0,06194 |
| Oxygène | 32 | 155 | 0,06503 |
| Chlorure d'étain | 259,3 | 591,7 | 0,06872 |
| Azote | 28 | 127 | 0,07260 |

On voit que les valeurs de $\frac{M^{2/3}}{\Theta}$, tout en variant de 0,01068 à 0,07260, sont particulièrement fréquentes autour de certains nombres

0,033 0,037 0,040 0,045 0,065

ce qui détermine les groupes dont il a été question plus haut.

Le groupe le plus nombreux est celui qui correspond à 0,040 ; il donne, en remarquant que l'on a approximativement $g = 1000$,

$$h_m = \frac{2,12 \times 200}{1000} \times \frac{1}{0,04} = \frac{424}{40} = 10,6.$$

On retrouve ainsi la valeur la plus fréquente de $h_m$.

Les corps de poids moléculaire élevé, ayant de grandes valeurs de $\frac{M^{2/3}}{\Theta}$, donnent de petites valeurs de $h_m$ conformément à ce que l'on a trouvé.

---

# M. A. TURPAIN

Professeur adjoint à la Faculté des Sciences de Poitiers

## SUR LE FONCTIONNEMENT DE COHÉREURS ASSOCIÉS

[538.562]

*— Séance du 6 août —*

Au cours des recherches que nous poursuivons dans le but de rendre aussi pratique et aussi complète que possible l'observation des orages par le cohéreur, nous avons dû étudier les particularités que présente le fonctionnement de plusieurs cohéreurs réunis à une même antenne.

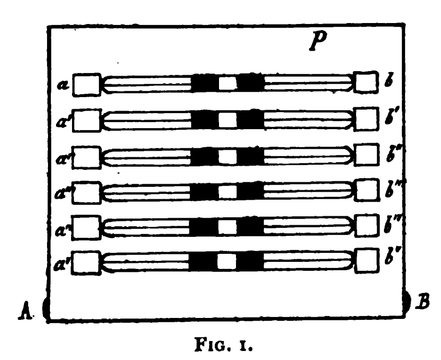



Fig. 1.

*Dispositif.* — Sur une planchette isolante en ébonite P (*fig. 1*) peuvent être fixés côte à côte 6 cohéreurs à limaille de fer, qui sont serrés entre des

pièces de cuivre *a b*, *a' b'*, ..... isolées les unes des autres, de manière à permettre facilement l'association des cohéreurs en dérivation, en série ou même suivant un mode mixte d'association. — La décohésion se produit aisément par la frappe de la planchette qui est fixée par un de ses bords AB en porte-à-faux. L'antenne, qui peut être formée de un ou de plusieurs fils parallèles, peut être mise en relation avec une électrode quelconque de l'un des cohéreurs. Ces communications diverses des électrodes des cohéreurs entre elles et avec les fils parallèles d'antenne s'obtiennent aisément au moyen de petits godets de mercure reliés entre eux par des ponts de longueur et de forme appropriées.

Une pile sèche d'un élément ($1^v5$ environ) est shuntée par une résistance de $200^\omega$; on envoie le courant emprunté aux extrémités d'une résistance de 3 à $6^\omega$ dans les cohéreurs et dans le circuit d'un galvanomètre très sensible (galvanomètre Chauvin et Arnoux donnant le 0,005 de micro-ampère). Les élongations du galvanomètre servent à juger du degré de cohésion des cohéreurs lors de chaque essai.

On a étudié tout d'abord chacun des six cohéreurs en le disposant seul sur la tablette isolante. On a cherché à graduer la sensibilité de ces cohéreurs en variant la distance des électrodes. Ces électrodes sont éloignées, suivant les cohéreurs, de 8/10, 9/10, 10/10, 12/10, 14/10 et 16/10 de millimètres. Toutes choses égales, d'ailleurs, l'ordre des sensibilités ne s'est pas toujours trouvé être l'ordre des écarts entre électrodes. Les cohéreurs ont été associés en dérivation et en série et ont donné lieu aux observations suivantes :

I. Étude d'un seul cohéreur. — Lorsqu'on dispose dans le circuit d'une pile et d'un galvanomètre un cohéreur, le circuit comprenant une résistance R (R = $8000^\omega$) (*fig.* 2), on constate que *la sensibilité du cohéreur est notablement différente, suivant que le circuit est ouvert ou fermé au moment où les ondes sont envoyées* (ce qui s'obtient en séparant ou en réunissant *a* et *k*).

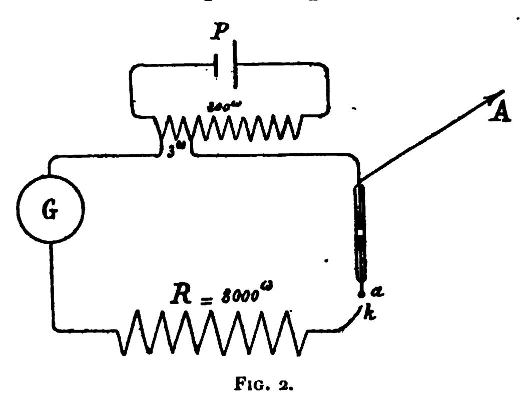


Fig. 2.

| Cohéreurs | Distance du cohéreur (antenne de réception) au trembleur (antenne d'émission) | | |
|---|---|---|---|
| | Circuit fermé | Déviation du galvanomètre | Circuit ouvert |
| 8/10 | 45cm | 65 | 26cm |
| 9/10 | 40 | 66 | 23 |
| 10/10 | 28 | 72 | 13 |
| 14/10 | 25 | 70 | 4 |
| 16/10 | 19 | 75 | 3 |

II. Cohéreurs associés en dérivation. — Les électrodes des six cohéreurs associés sont réunies d'une part entre elles et à l'antenne A (*fig. 3*); elles communiquent chacune, d'autre part, avec de petits

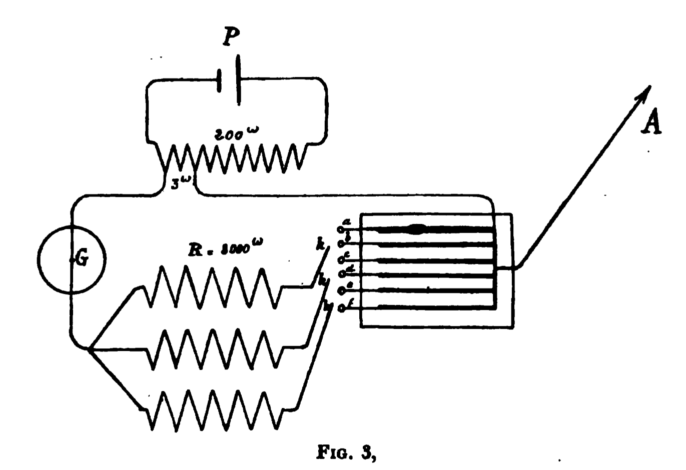



Fig. 3,

godets de mercure *a, b, c, d, e, f,* dans lesquels on peut faire plonger à volonté le fil terminal *k* du circuit comprenant le galvanomètre G, la pile shuntée P et une résistance R de 8000ω.

En utilisant la même pile shuntée, on a constitué 3 circuits dérivés comprenant chacun une résistance R de 8000ω et permettant ainsi de mettre en circuit fermé jusqu'à trois cohéreurs à la fois. Si les cohéreurs se trouvent tous les trois cohérés, les déviations du galvanomètre s'additionnent; il est dès lors aisé de savoir, suivant la division indiquée par le galvanomètre, si un seul, deux ou trois cohéreurs, ont été cohérés.

1° *Lorsque les 6 cohéreurs sont tous en circuit ouvert, ils conservent la même sensibilité relative que s'ils sont tous en circuit fermé; mais la sensibilité de chacun d'eux est bien moindre en circuit ouvert qu'en circuit fermé.*

2° Si un des six cohéreurs est placé en circuit fermé, les cinq

autres restant en circuit ouvert, *le cohéreur placé en circuit fermé acquiert une sensibilité beaucoup plus grande que celle qu'il présente en circuit ouvert* et peut se montrer plus sensible que le plus sensible des cohéreurs.

Le tableau suivant, qui indique les déviations galvanométriques dans chaque cas, met ce fait en évidence.

| Cohéreurs | DÉVIATIONS OBSERVÉES APRÈS COHÉSIONS en circuit ouvert | l'un des cohéreurs (*) étant en circuit fermé | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8/10 | 53 | 86. | 38 | 28 | 28 | 36 | 36 |
| 9/10 | 59 | 13 | 88. | 12 | 10 | 9 | 35 |
| 10/10 | 1 | 1 | 1 | 70. | 1 | 1 | 1 |
| 12/10 | 17 | 14 | 18 | 13 | 87. | 9 | 21 |
| 14/10 | 9 | 18 | 14 | 13 | 5 | 73. | 27 |
| 16/10 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 69. |

3° Si l'on dispose en circuit fermé plus d'un cohéreur (deux ou trois), *les cohéreurs disposés en circuit fermé deviennent plus sensibles que ceux laissés en circuit ouvert*, ainsi que le montre le tableau suivant.

| Cohéreurs | DÉVIATIONS OBSERVÉES APRÈS COHÉSION en circuit ouvert | deux ou trois des cohéreurs (*) étant en circuit fermé | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 8/10 | 53 | 80. | 68 | 26 | 61. | 51 |
| 9/10 | 59 | 58. | 17 | 91. | 14 | 67. |
| 10/10 | 1 | 1 | 89. | 2 | 1 | 88. |
| 12/10 | 17 | 19 | 19 | 16 | 88. | 14 |
| 14/10 | 9 | 18 | 20 | 14 | 69. | 23 |
| 16/10 | 1 | 3 | 80. | 84. | 8 | 80. |

4° Si l'on réunit ensemble toutes les électrodes libres des six cohéreurs, *a, b, c, d, e, f*, entre elles et qu'on place le faisceau ainsi formé en circuit fermé, *on peut très simplement et très rapidement obtenir ainsi l'ordre de sensibilité des six cohéreurs étudiés.*

Pour cela, on cohère par une émission d'ondes produite à une distance telle qu'un seul ou deux cohéreurs se trouvent cohérés. — Ceci fait, on supprime le ou les deux cohéreurs ainsi cohérés et l'on cherche, par une nouvelle émission d'onde produite à la même distance, à provoquer la cohésion des cohéreurs restant. On obtient

(*) Les nombres suivis d'un point ont trait aux déviations fournies par les cohéreurs en circuit fermé.

alors en général la cohésion d'un ou de deux autres cohéreurs, que l'on supprime encore et l'on cherche enfin par une troisième émission d'ondes à cohérer les cohéreurs restant.

Le tableau suivant indique pour deux séries différentes de six cohéreurs le résultat de cette opération.

| Cohéreurs | Déviations | | | | Cohéreurs | Déviations | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8/10 | 65 | + | + | + | 17/10 | 20 | + | + |
| 9/10 | 3 | 5 | 35 | + | 18/10 | 2 | 13 | + |
| 10/10 | 1 | 62 | + | + | 19/10 | 1 | 1 | 3 |
| 12/10 | 5 | 5 | 8 | 40 | 20/10 | 2 | 2 | 24 |
| 14/10 | 10 | 7 | 32 | + | 21/10 | 30 | + | + |
| 16/10 | 26 | 1 | 1 | 2 | 22/10 | 1 | 1 | 19 |

Le signe + indique que les cohéreurs ont été supprimés.

D'après ce tableau, on voit que l'ordre de sensibilité des cohéreurs de la première série est le suivant :

8/10 10/10 9/10 14/10 12/10 16/10

Celui des cohéreurs de la seconde série est :

21/10 17/10 18/10 20/10 22/10 19/10

On voit donc, ainsi que nous l'indiquions précédemment, que cet ordre n'est pas toujours celui des écartements des électrodes.

Ce procédé de détermination des sensibilités relatives de plusieurs cohéreurs associés, qui est une application immédiate des particularités que présentent le fonctionnement des cohéreurs en circuit ouvert et en circuit fermé, nous a permis de graduer à l'avance une série de cohéreurs destinés à suivre la marche des orages qu'ils décèlent.

5° *La sensibilité relative que présente chaque cohéreur, qu'il soit en circuit fermé ou en circuit ouvert, est à peu près la même lorsqu'il est placé seul* sur la planchette servant à les réunir *que lorsqu'il se trouve entouré des cinq autres cohéreurs voisins.* Toutefois les nombres trouvés sont un peu plus forts, toutes choses égales d'ailleurs, lorsque le cohéreur est seul, que lorsqu'il est accompagné de ses cinq voisins.

III. Cohéreurs associés en série. — L'usage de godets de mercure et de fils souples permet d'associer les cohéreurs en série comme l'indique la figure 4. On peut faire usage comme collecteur des ondes d'une série de quatre antennes identiques (longueur 60 centimètres).

Ces antennes sont réunies, soit toutes quatre au même point du circuit formé par la suite des cohéreurs, soit chacune d'elles en un point différent du circuit, l'une en *a* par exemple, la 2e en *c*, la 3e en *d*, la 4e en *e*, ou bien encore différemment. — Pour connaître

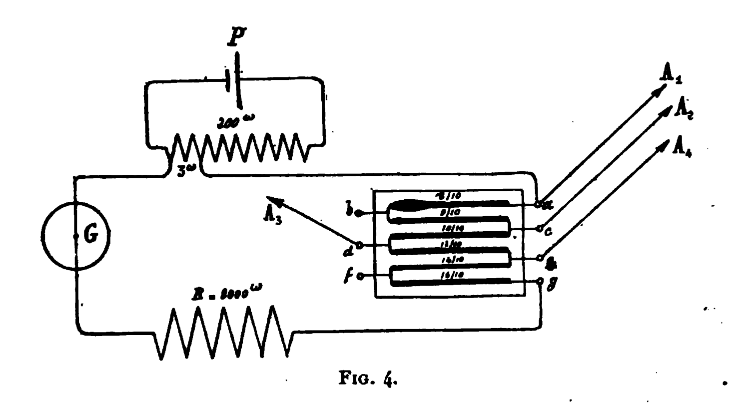



FIG. 4.

l'état de cohésion de chaque cohéreur après une émission d'ondes, on dispose, à l'aide de ponts de longueurs convenables le cohéreur en question, de manière à le placer seul dans le circuit comprenant la pile shuntée, la résistance R de 8000ω et le galvanomètre.

Les résultats des observations faites sont les suivants :

1° *La sensibilité que présentent les six cohéreurs associés en série est à peu près la même que le circuit qu'ils forment, qu'il soit ouvert ou qu'il soit fermé.*

2° *Lorsque l'antenne est fixée en un point du circuit* (*c* par exemple) *entre deux cohéreurs* (9/10 et 10/10 par exemple), *ces deux cohéreurs acquièrent par là même une sensibilité plus grande.* — Si l'antenne est placée à l'extrémité de la chaîne des cohéreurs (en *a* ou en *g*), la sensibilité du cohéreur voisin (8/10 ou 16/10) se trouve accrue.

3° *Si l'antenne est constituée de 4 fils parallèles égaux reliés entre eux à leurs extrémités avec un point du circuit des cohéreurs, la sensibilité de l'ensemble des cohéreurs ne se trouve que légèrement accrue.*

4° *Si chacune des quatre antennes est reliée en un point différent du circuit, de manière à disposer une antenne entre chaque cohéreur, la sensibilité du dispositif se trouve très notablement accrue.*

Le tableau suivant fournit des mesures en concordance avec ces divers énoncés.

| Extrémités des cohéreurs | Cohéreurs | Déviations obtenues ; antenne en : *e* circuit ouvert | *e* circuit fermé | *b* | *d* | *g* | *a, c, d, e* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *a* | | | | | | | |
| | 8/10 | 21 | 16 | 56 | 36 | 33 | 55 |
| *b* | | | | | | | |
| | 9/10 | 14 | 13 | 45 | 7 | 2 | 13 |
| *c* | | | | | | | |
| | 10/10 | 0 | 0 | 0 | 52 | 0 | 37 |
| *d* | | | | | | | |
| | 12/10 | 40 | 36 | 6 | 40 | 11 | 20 |
| *e* | | | | | | | |
| | 14/10 | 46 | 44 | 29 | 21 | 27 | 17 |
| *f* | | | | | | | |
| | 16/10 | 1 | 1 | 1 | 1 | 45 | 16 |
| *g* | | | | | | | |

IV. Association mixte des cohéreurs. — La plus grande sensibilité que l'on puisse obtenir avec six cohéreurs donnés semble être celle du dispositif qui consiste à *réunir les cohéreurs deux à deux en série, chaque couple de deux cohéreurs formant une dérivation*, comme le montre la figure 5. — Les antennes, au nombre de trois,

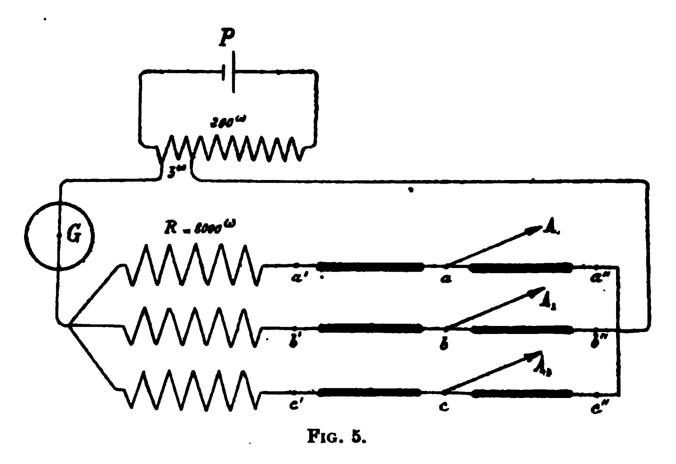


Fig. 5.

sont reliées en *a*, *b*, *c* au milieu de chaque groupe de deux cohéreurs. — On obtiendrait une sensibilité encore plus grande, toutes choses égales d'ailleurs, en plaçant six autres antennes en *a'* et *a''*, *b'* et *b''*, *c'* et *c''*.

Les trois circuits dérivés sont tous trois fermés et comprennent chacun une résistance R.

Conclusions et applications. — Le fait particulier qui se dégage de toute cette étude est la bien plus grande sensibilité que présente un cohéreur, toutes choses égales d'ailleurs, lorsqu'il est en circuit fermé que lorsqu'il est en circuit ouvert.

En utilisant convenablement ce fait expérimental dans le cas de plusieurs cohéreurs associés, on peut en particulier l'appliquer :

1° *A la détermination commode et rapide de l'ordre de sensibilité de plusieurs cohéreurs associés en dérivation. Cette détermination a son application immédiate dans la constitution de dispositifs permettant de suivre la marche des orages;*

2° *A la réalisation de dispositifs très sensibles formés de cohéreurs associés en série ou d'une façon mixte et convenablement reliés à un certains nombre d'antennes. — Ces dispositifs semblent pouvoir être utilisés avec succès, tant en télégraphie sans fil qu'en télégraphie hertzienne avec conducteur.*

---


# M. BLONDEL

Professeur à l'École Nationale des Ponts et Chaussées


---

## NOUVEAU DISPOSITIF DE RADIATEUR POUR LA TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

[538.562]

*— Séance du 6 août —*

On a cherché, depuis quelque temps, à augmenter l'énergie mise en jeu dans les radiateurs ou antennes, en accroissant le nombre et la surface des fils qui le composent. C'est ainsi que Marconi, par exemple, emploie dans le radiateur les formes d'éventail ou de pyramide formés de fils divergents, réunis à leurs parties inférieures à l'oscillateur au moyen d'une connexion assez courte.

Ce dispositif présente plusieurs inconvénients :

1° La direction de tous ces fils étant oblique les unes par rapport aux autres, ils ne produisent un effet que proportionnel cependant à leur hauteur et non pas à leur longueur totale.

2° Comme ils divergent les uns des autres, leurs actions ne sont pas complètement concordantes à grande distance; par exemple, si les fils forment une pyramide renversée dont la base a 50 mètres

de côté, les effets d'induction produits par les parties supérieures des fils se propageront avec une différence de phase pouvant atteindre 50 mètres entre deux fils extrêmes, et cette différence de phase peut être très sensible quand les longueurs d'ondes sont de l'ordre de 3 à 400 mètres, comme on le prétend dans le cas particulier.

3° L'amplitude du courant oscillant dans les fils des antennes ainsi formées suit une loi d'intensité décroissante depuis le sol jusqu'à l'extrémité supérieure des antennes; elle est maximum à l'extrémité inférieure et nulle à l'extrémité supérieure. La partie supérieure des fils est donc mal utilisée et ne produit que des effets d'induction plus faibles que les parties inférieures; cette disposition est d'autant plus mauvaise que ce sont les parties les plus élevées dont l'action sera la moins gênée par les obstacles naturels.

L'objet du présent dispositif est de remédier à ces inconvénients en donnant au radiateur un rayonnement à peu près constant sur toute sa hauteur utile, et sans différence de phase appréciable.

A cet effet, il faut répartir les capacités mises en jeu d'une manière différente de celle réalisée habituellement (*). Je propose de constituer cette capacité principalement sous forme d'un grand condensateur dont l'armature supérieure sera métallique et horizontale et dont l'armature inférieure sera formée par le sol lui-même (**). J'obtiens ce résultat en disposant un filet formé de fils métalliques de forme quelconque horizontalement en AB (*fig.* 1), à une distance comparable à celle de la hauteur des antennes ordinaires et en reliant le centre de ce filet par un ou plusieurs câbles ou fils verticaux ou à peu près verticaux, CD, aux appareils d'émission. Dans le cas de la figure par exemple, cet appareil est du genre de ceux employés par Lodge, Braun, Marconi, etc..., c'est-à-dire qu'il consiste dans un circuit local soumis à des oscillations électriques et agissant par l'intermédiaire d'un transformateur Tesla T sur un circuit formé de l'antenne CD et d'une plaque de terre E, qui peut être remplacée si l'on veut par une grande capacité. Dans cette figure, O désigne le déflagrateur ou déchargeur disruptif de nature quelconque alimenté par une source à haute tension, C un condensateur, T le transformateur Tesla. Le filet à peu près horizontal AB peut être remplacé par des toiles métalliques quelconques ou par des feuilles de métal; il peut être supporté par des pylônes P ou des supports de disposi-

(*) On a bien proposé de mettre en haut de l'antenne des plaques ou des cylindres en métal; mais les dimensions en étaient trop petites pour avoir une influence appréciable et on avait été ainsi conduit à les supprimer comme inutiles.

(**) J'ai déjà signalé ce dispositif dans un pli cacheté déposé à l'Académie des Sciences le 15 avril 1901.

tion quelconque, de hauteur et de force suffisantes pour le résultat à obtenir.

La disposition ainsi réalisée produit les résultats suivants : toute charge envoyée dans l'antenne sert principalement à charger le condensateur horizontal formé par le filet AB et la terre ; les lignes

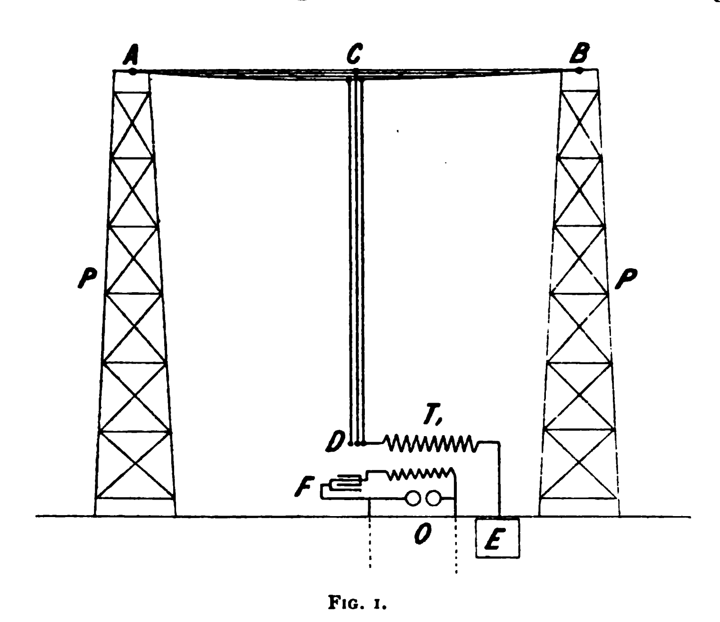



FIG. 1.

de force dans le diélectrique seront verticales ou plus ou moins inclinées autour de la verticale. La partie verticale DC, qui relie le filet à l'oscillateur, présentera une capacité relativement beaucoup moindre par rapport à la terre ; on ne cherchera pas à augmenter cette capacité, mais seulement à diminuer la self-induction dans cette liaison DC, en remplaçant le câble unique par un grand nombre de fils. De cette manière, quand auront lieu les oscillations électriques du système CDE, le courant oscillant aura à peu près la même intensité tout le long du fil CD et la partie supérieure de celui-ci travaillera d'une manière aussi utile que la partie inférieure. La self-induction offerte par le filet AB au passage du courant oscillant qui rayonnera du centre C jusqu'au bord du filet sera minimum, en comparaison de la capacité obtenue. On peut donc, par ce procédé, réaliser un système oscillant de grande capacité et de faible self-induction, mettant en jeu la capacité maxima pour une période d'oscillations donnée et présentant en même temps l'action maxima pour une hauteur donnée des pylônes A et B.

En outre, un semblable système offre moins de prise au vent que celui de la pyramide de Marconi, car la plus grande partie des fils sont tendus parallèlement au sol et ne font pas obstacle au vent.

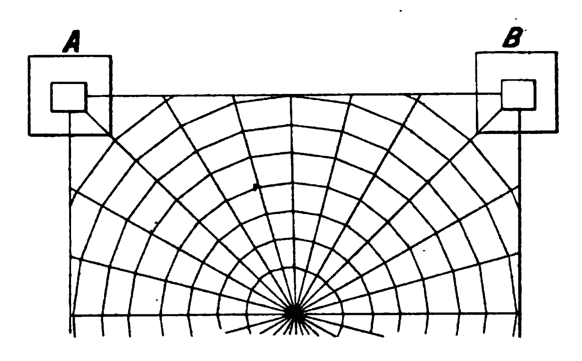



Fig. 2.

La figure représente un filet en forme de toile d'araignée, mais il peut avoir toute autre forme ; il peut être rond, carré ou polygonal, etc... Au lieu d'un seul point d'attache $c$ à l'antenne verticale, il peut y en avoir plusieurs. Le même système de radiateur peut être utilisé comme poste récepteur naturellement. L'antenne reste aussi efficace à la partie supérieure qu'à la partie inférieure.

Cette disposition de filet supporté par des pylônes est susceptible d'applications intéressantes pour les antennes de petite hauteur ; elle permettrait, en effet, d'obtenir, par exemple, avec des supports de 15 m. faciles à établir et des filets de grande surface, des actions aussi énergiques qu'avec des antennes ordinaires de 40 à 50 m., qui exigent des mâts très coûteux et d'un entretien difficile. Elle paraît intéressante à signaler à ce point de vue.

## APPENDICE

Les considérations qui précèdent se laissent assez facilement préciser par un calcul approximatif, de la manière suivante :

Si on suppose constantes la self-induction $l$ par unité de longueur et la capacité $c$ par unité de longueur, l'équation des oscillations s'établit aisément en négligeant l'amortissement dû à la radiation. Soit $dq$ la charge élémentaire d'un élément de longueur $dz$, $i$ l'intensité du courant qui le traverse, en allant de bas en haut, $\varphi$ son potentiel. On a les deux relations connues de la propagation

$$dq = \frac{di}{dz}\, dt = c dv$$

$$dv = -\, l\, dz\, \frac{di}{dt}$$

ou
$$\left\{ \begin{array}{ll} \dfrac{dv}{dt} = -\dfrac{1}{c}\,\dfrac{di}{dz} & (1) \\ \dfrac{dv}{dz} = -\, l\, \dfrac{di}{dt} & (2) \end{array} \right.$$

et par suite

$$\frac{1}{c}\,\frac{d^2 i}{dz^2} = l\,\frac{d^2 i}{dt^2} \qquad (3)$$

On peut satisfaire à cette relation en régime permanent, par une solution de la forme

$$i = I_0 \sin 2\pi \frac{t}{T} \cos \frac{2\pi z}{VT} = I_0 \sin 2\pi \frac{t}{T} \cos \frac{2\pi z}{\lambda} \qquad (4)$$

en remarquant que $i$ est maximum pour $z = 0$ à la base de l'antenne et posant

(vitesse de propagation) : $V = \dfrac{1}{\sqrt{cl}}$ ;

$\lambda = VT$ (longueur d'une période),

de l'équation (1) on déduit en substituant (4)

$$\frac{dv}{dt} = \frac{I_0}{C}\,\frac{2\pi}{\lambda} \sin 2\pi \frac{t}{T} \sin \frac{2\pi z}{\lambda} \qquad (5)$$

et en intégrant de 0 à $t$ et admettant $v = 0$ pour $z = 0$

$$v = -\frac{I_0}{CV} \sin \frac{2\pi z}{\lambda} \cos 2\pi \frac{t}{T} \qquad (6)$$

Soit C la capacité ajoutée au bout de l'antenne; à son entrée on a au point $z = H$ la relation

$$i\, dt = C\, dv \qquad (7).$$

En remplaçant dans (7) $i$ et $\dfrac{dv}{dt}$ par leurs valeurs, on en tire, en faisant $z = H$

$$\frac{1}{C} \cos \frac{2\pi H}{\lambda} = \frac{1}{c}\,\frac{2\pi}{\lambda} \sin \frac{2\pi H}{\lambda}$$

ou

$$\frac{2\pi H}{\lambda} \, tg\left(2\pi \frac{H}{\lambda}\right) = \frac{Hc}{C} = \frac{C'}{C} \qquad (8)$$

en appelant C′ la capacité totale de l'antenne.

Cette équation détermine $\lambda$ en fonction de C′ et C.

Si on remplaçait la terre par l'image de l'antenne, le système oscillant serait formé de 2 parties symétriques; le fil aurait une longueur $Z = 2$ H et une capacité double $L' = 2$ C′ et le condensateur formé par les 2 filets symétriques une capacité moitié moindre $\Gamma = \frac{C}{2}$. L'équation (8) pourrait donc s'écrire

$$\frac{\pi L}{\lambda} = tg\left(\frac{\pi L}{\lambda}\right) = \frac{cL}{4\Gamma} = \frac{\Gamma'}{4\Gamma}$$

et retombe ainsi sur une formule connue de Kirchoff donnant la période d'oscillation d'un circuit fermé contenant un condensateur. On voit que l'addition de la grande capacité du filet accroît la longueur d'onde réelle $\lambda$, en même temps que l'intensité maxima $I_0$. Comme je l'ai dit dans une autre note, ces deux éléments agissent en sens inverse sur l'effet utile de l'antenne; pour voir ce qu'on gagne, il y a donc lieu de développer en fonction de $\lambda$ le calcul de l'intégrale caractéristique de l'effet utile,

$$\frac{1}{T}\int_0^H i\,dz = \frac{V}{\lambda}\int_0^H i\,dz$$

Qu'il y ait ou non un condensateur C, $I_0$ est déterminé par le potentiel maximum au moyen de l'équation (6), d'où on tire quand $\varphi$ atteint son maximum $V_0$, au point $z = H$

$$\varphi_0 = -\frac{I_0}{cV}\sin 2\pi\frac{H}{\lambda}$$

D'où

$$I_0 = \frac{cV\varphi_0}{\sin\left(\frac{2\pi H}{\lambda}\right)}$$

en valeur absolue (sans condensateur $H = \frac{\lambda}{4}$ et par suite le dénominateur se réduit à l'unité).

L'amplitude de l'intégrale cherchée est donc proportionnelle à

$$\frac{V I_0}{\lambda}\int_0^H \cos\frac{2\pi z}{\lambda}\,dz = \frac{\varphi_0 V^2 c\lambda}{2\pi\sin\left(\frac{2\pi H}{\lambda}\right)}\sin\frac{2\pi H}{\lambda} = \frac{cV^2\varphi_0\lambda}{2\pi}$$

et on voit qu'elle croît proportionnellement à la longueur d'ondes, ou plus exactement au produit $\rho_0 \lambda$. Si donc on peut maintenir $\rho_0$ au moins constant au sommet de l'antenne, tout en augmentant la capacité du filet, celle-ci joue donc un rôle utile proportionnellement à la longueur d'onde réalisée ainsi.

Au contraire, si l'on était limité à une certaine intensité maxima $I_0$ qu'on ne peut dépasser, l'intégrale aurait pour valeur

$$\frac{V I_0}{2\pi} \sin \frac{2\pi H}{\lambda}$$

et irait par suite en diminuant quand on augmenterait $\lambda$ par l'adjonction d'une capacité.

---


# M. BLONDEL

Professeur à l'École Nationale des Ponts et Chaussées


## SUR L'APPLICATION DES COUPLES THERMO-ÉLECTRIQUES A LA RÉCEPTION DES SIGNAUX DE TÉLÉGRAPHIE SANS FIL [537.323:538.56]

*— Séance du 6 août —*

Dans ces derniers temps, on a imaginé de nombreux récepteurs d'ondes, ou kymascopes, selon le mot ingénieusement créé par M. le Professeur Fleming, pour remplacer le cohéreur. Le but que l'on poursuit en général est d'augmenter la sensibilité, de supprimer la nécessité d'un tapeur et de faciliter la syntonie.

Ce dernier point de vue est le plus intéressant et justifie seul la proposition que je vais faire d'un nouveau dispositif, non encore décrit à ma connaissance (*).

Déjà des récepteurs thermiques ont été proposés par Fessenden, fondés sur un dispositif bolométrique; mais il semble difficile d'obtenir ainsi une suffisante sensibilité. Il paraît, en tout cas, aussi simple de faire appel aux phénomènes thermo-électriques.

(*) Jusqu'ici on n'a pas tiré parti des couples thermo-électriques pour la réception des ondes électriques, bien que de semblables couples aient été employés dans les expériences de laboratoire, notamment par Rubens, Lindemann, etc.

Pour obtenir le maximum de sensibilité, il faut faire traverser le fil même du couple par les ondes ou les courants oscillants induits par celle-ci, de façon que l'échauffement des fils contribue à échauffer la soudure qui les réunit; on emploiera des fils très fins en les plaçant dans le vide, afin de réduire le rayonnement. La figure 1 montre un exemple de la manière dont peut être réalisé un semblable détecteur. Dans le tube *t*, où l'on fait le vide après construction, sont placées deux électrodes *a* et *b* reliées au circuit par des tiges soudées dans le verre et présentant une capacité calorifique suffisante pour ne pas s'échauffer sensiblement pendant le passage du courant. A ces électrodes sont soudés deux fils très fins *ac* et *cb* formés de métaux différents et soudés ensemble à leur extrémité *c*.

Fig. 1.

Les fils qui donnent le meilleur résultat sont ceux de fer et de constantan, réduits à un diamètre extrêmement fin (inférieur au 1/100 de millimètre) par les moyens connus, notamment en faisant attaquer par un acide des fils déjà obtenus très fins par le tréfilage. Ainsi que l'a indiqué déjà pour une autre application M. Féry (*), la soudure au point *c* peut être faite au moyen d'une goutte d'étain qui rend la soudure trop conductrice, ou préférablement par soudure autogène (sous l'influence d'un courant électrique ou d'ondes électriques passant dans les fils préalablement amenés au contact), ou simplement en liant ensemble les deux bouts de fil.

Quand le tube est parcouru par un courant traversant le couple thermo-électrique, les fils *a* et *b* s'échauffent par suite de leur résistance et le point *c* se trouve maintenu à une température plus élevée que les extrémités *a* et *b*, constamment refroidies par leur contact avec les électrodes auxquelles elles sont soudées; une force électro-motrice prend donc naissance et peut être décelée par un téléphone sensible monté en série ou en dérivation par rapport au circuit du tube détecteur.

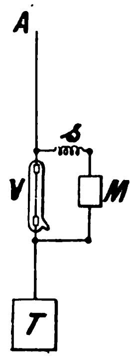


Fig. 2.

On peut par exemple mettre ce téléphone M en dérivation sur le détecteur B monté en série entre le fil récepteur A et une grande capacité T, qui peut être la terre elle-même. Chaque passage des ondes électriques, faisant naître une force électro-motrice dans le tube V,

(*) Dans sa très intéressante thèse sur l'étude du rayonnement (Gauthier-Villars, 1902).

produit un petit son dans le téléphone par suite du courant auquel donne lieu cette force électro-motrice dans le circuit fermé VsN. Pour empêcher les ondes de passer dans le téléphone au lieu de passer dans le tube V, on doit ajouter une impédance ou bobine de self-induction *s* dans le circuit dérivé du téléphone.

Comme la résistance du couple thermo-électrique est grande, l'action des ondes ainsi appliquées directement peut se trouver affaiblie; en tous cas elle est limitée par la faiblesse de la force électro-motrice produite dans le fil récepteur A, laquelle est généralement inférieure à un volt. Pour tirer le meilleur parti de l'énergie reçue par ce fil A, il pourra donc être avantageux d'élever la tension agissant sur le tube V au moyen d'un transformateur. C'est le but de la disposition représentée dans la figure 3, dans laquelle les lettres conservent la même signification. J représente un petit transformateur du genre de ceux imaginés par Marconi et par d'autres inventeurs; le circuit primaire est monté en série avec le fil récepteur A, tandis que le circuit secondaire agit sur un circuit fermé contenant le tube détecteur V et le téléphone M. Dans ce cas, les courants induits traversent le téléphone en même temps que le tube, mais il est à remarquer qu'une force électromotrice oscillante ne produit, en général, qu'une action très faible dans le téléphone, parce qu'elle change de signe constamment; le tube V, au contraire, produit sous l'effet de l'échauffement une force électro-motrice de sens constant, dépendante des propriétés thermo-électriques des métaux employés pour former le couple; cette force électro-motrice apparaît pendant le passage des ondes et disparaît ensuite; c'est donc elle qui fera sentir principalement son action sur le téléphone. Il y a intérêt, pour combiner l'effet des deux causes, lorsque les oscillations sont produites dans le fil récepteur A sur des oscillations amorties, à choisir la direction du courant induit dans le tube V, de manière que la force électro-motrice produite tende à s'ajouter à la force électro-motrice de la première oscillation, laquelle est généralement prépondérante par rapport aux oscillations suivantes amorties.

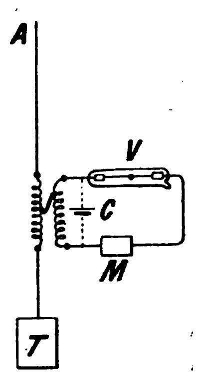


Fig. 3.

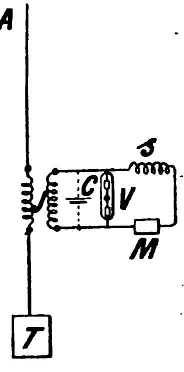


Fig. 4.

On peut aussi placer le tube V, non pas en série dans le circuit secondaire du transformateur, mais

en dérivation, comme l'indique la figure 4, en ajoutant ici encore, comme dans la figure 1, une impédance $s$ dans la branche dérivée contenant le téléphone. Le fonctionnement est alors le même que dans le cas de la figure 2, avec cette seule différence que la tension est augmentée par l'emploi du transformateur.

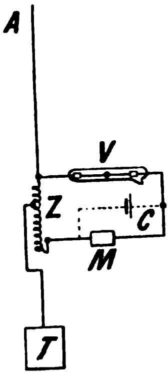


Fig. 5.

Au lieu d'un transformateur, on peut employer aussi un simple multiplicateur du genre de ceux déjà utilisés par Slaby. La figure 5 en donne un exemple dans lequel on voit que le multiplicateur Z est parcouru en partie par le courant oscillant du fil récepteur A et que les extrémités sont mises en circuit avec le tube V, lequel agit sur le téléphone de la même manière que dans la figure 3 ou dans la figure 4.

Enfin le circuit local dans lequel se trouve placé le tube détecteur V peut être mis en résonance électrique avec les ondes reçues par l'addition de condensateurs, suivant l'un quelconque des montages connus. Il suffit de remplacer dans tous les montages existants, ou tous ceux qui pourront être imaginés pour les circuits, des postes de réception des détecteurs d'ondes ordinaires par le nouveau détecteur.

Je dois ajouter que malheureusement les sensibilités obtenues jusqu'ici par le tube détecteur ont été trop faibles pour en permettre l'application pratique. Mais j'espère les augmenter en multipliant les couples, c'est-à-dire en réunissant en série des couples disposés en zigzag et réunis par des attaches fixées par un vernis isolant sur des masses métalliques qui les maintiennent froides. La figure 6 indique ce dispositif, réalisé par une disposition de fils zigzaguant entre deux bagues métalliques BB′ recouvertes de gomme laque et sur lesquelles seront collées, à l'aide du même vernis, les attaches froides. Les attaches soumises à l'échauffement seront disposées au milieu des fils libres; malheureusement la préparation de ces couples en fils très fins présente de grandes difficultés.

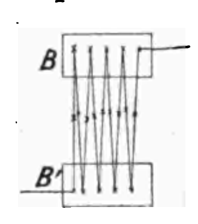


Fig. 6.

Une application intéressante de ces récepteurs pourrait être faite pour l'enregistrement des orages, au moyen d'un galvanomètre enregistreur analogue à ceux des couples Le Chatelier, ou au moyen d'un siphon recorder. Les amplitudes des élongations pourraient en effet donner une mesure relative de l'intensité des décharges atmosphériques agissant sur l'antenne.

# M. C. TISSOT

Lieutenant de vaisseau, Professeur à l'École navale, à Brest


---

## APPAREILS DÉTECTEURS DE MESURES POUR LA RÉCEPTION DES ONDES ÉLECTRIQUES. INFLUENCE DU DÉTECTEUR SUR LE PHÉNOMÈNE DE RÉCEPTION EN TÉLÉGRAPHIE SANS FIL. [538.562]

---

*— Séance du 6 août —*

Le phénomène de la réception en télégraphie sans fil est fort complexe, car il dépend non seulement de l'action des ondes sur l'antenne réceptrice, mais aussi de l'effet enregistré par le détecteur. On se sert en général du cohéreur pour déceler l'action des ondes à distance. Le cohéreur est un appareil d'une extrême sensibilité, mais le phénomène qui s'y passe est encore bien obscur et les résultats qu'il fournit sont d'interprétation assez incertaine.

Nous avons donc songé à recourir à d'autres genres de détecteurs pour étudier, d'une part, les phénomènes qui se produisent dans l'antenne-réceptrice et, d'autre part, les effets qu'enregistrent les appareils utilisés à la réception des ondes (cohéreurs, auto-décohérents, etc.)

L'un de ces appareils est le bolomètre de Rubens qui, comme tout appareil thermique, enregistre à coup sûr la somme totale de l'énergie reçue, c'est-à-dire une quantité proportionnelle à $\int i^2 dt$ étendue à la durée d'une période complète.

Le principe de l'appareil est bien connu et nous avons donné déjà, dans les comptes rendus de l'Académie des Sciences, la description succincte de la forme que nous avons adoptée.

Chacune des branches du bolomètre est constituée par quatre bouts de fil de platine pur (de 25 m/m de diamètre) parfaitement égaux et disposés en forme de pont de Wheastone. Les diagonales *ac*, *a'c'* sont intercalées respectivement dans les branches MQ, MN d'un pont (*fig. 1*).

Fig. 1.

L'équilibre est réalisé par des résistances $\rho$, $\rho'$ et un pont à corde RR'.

Le galvanomètre G est du type Broca-Carpentier et sa sensibilité est telle qu'avec une résistance des bobines de 30 ohms, il donne une déviation de 1 m/m sur échelle à 1 mètre, pour une force électromotrice de 1 volt sur 2000 mégohms.

Les résistances des branches du pont MNPQ, du galvanomètre et de la pile sont égales, de manière à réaliser les conditions de sensibilité maxima.

L'antenne est reliée en *b* à l'une des branches du bolomètre et la terre en *c*. Comme les 4 branches du petit pont *abcd* sont rigoureusement égales et disposées avec une symétrie parfaite par construction, leurs résistances et leurs self sont identiques.

De sorte que l'effet de l'onde reçue par l'antenne reste localisé dans la branche MQ seule.

Des précautions minutieuses assurent l'isolement thermique des branches bolométriques.

Les systèmes *abcd*, *a'b'c'd'*, sont renfermés, très près l'un de l'autre, dans une première enceinte A en laiton poli. La boîte A est isolée par des cales de liège au centre d'une seconde enceinte B en zinc et se trouve séparée de tous côtés par une lame d'air des parois de la boîte B. Cette boîte B se trouve complètement immergée dans une caisse doublée de zinc et remplie d'eau, placée elle-même dans une grande caisse en bois pleine de sciure de liège. Des tubes métalliques livrent passage aux fils de prise de courant.

Dans ces conditions, l'apport d'énergie thermique enregistré provient uniquement de l'effet d'induction dans l'antenne.

L'appareil est assez sensible pour permettre de mesurer d'une manière certaine l'action exercée sur une antenne réceptrice d'une trentaine de mètres de longueur à plusieurs kilomètres du poste d'émission.

L'autre appareil procède du détecteur magnétique de Marconi. Les expériences que nous avons exécutées et décrites dans le *Journal de Physique* nous ont conduit à la conclusion que, à la sensibilité près, l'effet enregistré par le détecteur magnétique est de même nature que celui qu'enregistre le dispositif de Rutherford.

Ce dispositif consiste à faire agir les ondes électriques sur un faisceau d'aiguilles d'acier préalablement aimantées à saturation. Les ondes produisent une désaimantation partielle et permanente, que Rutherford décelait à l'aide d'un magnétomètre. Nous avions d'abord employé le même procédé, puis substitué au magnétomètre

un balistique, en plaçant le noyau dans une petite bobine reliée au galvanomètre.

Pour pouvoir utiliser le même procédé d'observation avec le détecteur magnétique, nous avons songé à associer deux appareils identiques en les mettant en opposition sur un balistique très sensible (ou sur un électrodynamomètre genre Bellati).

Il arrive en effet que l'action produite sur le balistique par les variations d'induction dues à la rotation de l'aimant sont beaucoup plus considérables que celle qui provient de l'effet des ondes.

Il faut donc annuler à tout instant l'effet dû à la rotation du champ. Deux aimants RB, R'B' sont calés sur le même axe et entraînés par la poulie $p$ (*fig.* 2). Les systèmes A et A' sont aussi identiques que possible et constituent les deux détecteurs magnétiques. Ils comprennent chacun un noyau de lames d'acier placé dans un enroulement primaire et par-dessus un enroulement secondaire sous forme de bobine plate disposée au centre (*).

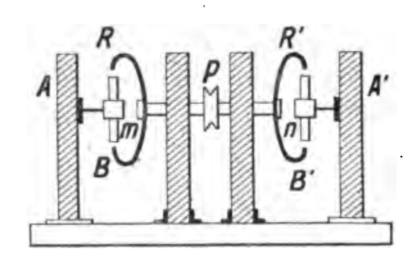


Fig. 2.

Les bobines secondaires sont reliées en opposition sur le balistique et l'équilibre s'obtient par un réglage des distances des systèmes A et A' aux aimants respectifs.

L'un des primaires seul, celui de A par exemple, est relié à l'antenne et à la terre.

Dans ces conditions, l'effet de l'onde peut être enregistré à toute phase du mouvement et la substitution de l'observation d'une déviation à l'audition téléphonique permet d'opérer des mesures (**).

Tandis que le bolomètre donne une indication proportionnelle à l'énergie totale, le détecteur paraît bien fournir une indication qui dépend de l'intensité maxima. La comparaison des indications fournies par les deux appareils permet de se rendre compte de l'amortissement des ondes dans différentes circonstances de réception et d'étudier ce qui se produit lorsqu'on substitue à *la réception directe*, la *réception indirecte* par transformateur ou « jigger ».

Dans la réception par « jigger » notamment, si l'on intercale le bolomètre en série aux différents points du primaire, on peut déterminer la région dans laquelle le courant conserve une valeur sensiblement constante et limiter en conséquence le nombre des spires de

(*) Les fils constituant les enroulements ne sont pas représentés sur la figure.
(**) Un modèle de l'appareil a été présenté à la section de physique.

l'enroulement. Les conditions qui assurent alors le meilleur « rendement » du « jigger » sont celles qui donnent au coefficient d'induction mutuelle des deux circuits la valeur maxima.

Le procédé nous a aussi permis d'étudier ce qui se produit lors de la modification de la forme de l'antenne réceptrice : accroissement du nombre des branches, épanouissement de ces branches, répartition inégale de capacités de la base au sommet.

Enfin, en comparant les résultats fournis par l'observation des appareils à ceux que donnent les détecteurs communément utilisés, le procédé a mis en lumière certaines circonstances intéressantes du mode d'action de ces détecteurs qui paraît tout différent pour les cohéreurs à grande résistance de retour et pour les auto-décohérents, les cohéreurs à faible résistance de retour paraissant se comporter d'une manière intermédiaire.

---

## M. Adolphe DIVAI

Pharmacien de 1re classe, à Angers
Ex-Chef du Laboratoire de matière médicale de l'Université de Bordeaux

### NOUVEL APPAREIL DE PHOTOMICROGRAPHIE [77.035]

*— Séance du 8 août —*

Dans tout appareil de photomicrographie, trois parties essentielles sont à considérer :

1° L'appareil microscopique ;
2° L'appareil photographique ;
3° La source lumineuse.

### A. *Appareil microscopique*

Le microscope, tel qu'il est disposé pour les examens ordinaires, nous fournit une image virtuelle et de sens contraire à l'objet. Cette image ne peut donc pas être fixée par la plaque photographique. Pour résoudre le problème de la photomicrographie, il fallut obtenir une image qui, tout en étant agrandie, fût réelle. C'est ce

que l'on fit en soulevant le tube porte-lentilles du microscope, jusqu'à ce que l'image fournie par l'objectif vienne se former entre le foyer interne de l'objectif et celui (interne également) de l'oculaire.

Dans la pratique, deux moyens sont employés pour arriver à ce résultat :

1° Conserver le microscope dans son état normal et l'adapter à une chambre photographique dépourvue de son objectif;

2° Retirer l'oculaire du microscope et placer l'appareil devant la chambre photographique, en laissant l'objectif de cette dernière.

Notons, en passant, que l'image que nous aurons ainsi obtenue sur le verre dépoli sera *réelle et de même sens que l'objet :* toutefois cette image aura un diamètre inférieur à celle qu'on aurait obtenue avec le microscope ordinaire.

Pour l'expression du grossissement photomicrographique, on ne pourra donc pas se servir de la table livrée avec l'appareil; on pourra cependant le calculer facilement en mesurant sur le verre dépoli les divisions d'un micromètre posé sur la platine du microscope et appliquant la formule du grossissement :

$$G = \frac{I}{O}.$$

Nous avons choisi, dans notre nouveau dispositif, le premier moyen, c'est-à-dire que nous conservons le microscope sans lui retirer l'oculaire. Ce procédé a l'avantage de donner, sur le verre dépoli, une image plus nette et d'un diamètre supérieur à celui qu'on obtiendrait avec un objectif photographique. De plus, il nous permet de faire certaines combinaisons d'oculaires, avec l'objectif du microscope, très favorables pour l'augmentation du grossissement.

### B. *Appareil photographique*

Tous les appareils de photomicrographie peuvent se classer, à ce point de vue, en deux séries très définies :

1° *Appareils horizontaux*, c'est-à-dire appareils dans lesquels la lame porte-objet est placée dans un plan vertical;

2° *Appareils verticaux* dans lesquels la lame porte-objet se trouve dans un plan horizontal.

Les appareils horizontaux sont, à notre avis, absolument à rejeter, car ils ne peuvent pas répondre à tous les besoins courants : si, en effet, ils permettent de faire, avec autant de finesse que les appareils

verticaux, les photographies de préparations montées au Baume du Canada, ou à toute autre substance solidifiable, ils sont, en revanche, absolument incapables de permettre la pose d'êtres animés ou de cristaux contenus dans un milieu liquide ou semi-fluide. Dans ce dernier cas, on observe sur le verre dépoli un continuel mouvement vertical de haut en bas, produit par le mouvement du liquide qui s'écoule ainsi que par des particules ténues qui se trouvent en suspension dans le milieu. Des photomicrographies faites dans ces conditions montrent toujours des stries parallèles occasionnées par le phénomène décrit ci-dessus.

C'est pourquoi nous avons adopté l'appareil vertical, qui ne présente, en aucun cas, cet inconvénient.

Pour le montage de notre système, nous nous sommes servi, comme support de la chambre noire, du pied photomicrographique de Leitz.

Cet appareil *(fig. 1)* se compose d'un plateau de fonte A supportant une colonne en fer B. Dans cette pièce s'engage une glissière C, qui peut être maintenue à différentes hauteurs, grâce à un écrou D. La glissière C est pourvue d'une rainure longitudinale E, dans laquelle peut se mouvoir la tige F soutenant la partie inférieure de la chambre photographique. Cette tige permet, par son déplacement dans la glissière, d'allonger ou de racourcir le soufflet et de le fixer dans la position désirée, à l'aide de l'écrou G.

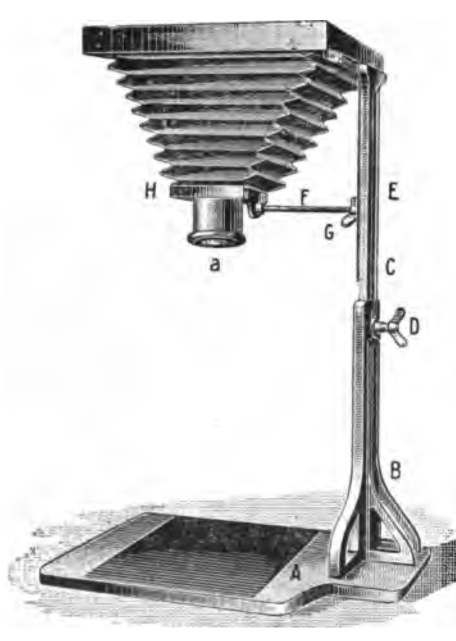


Fig. 1.

La chambre noire est constituée par deux montures en noyer reliées entre elles par un soufflet conique identique à ceux des appareils photographiques. Dans l'intérieur de la monture inférieure H est un diaphragme tournant portant 5 ouvertures de diamètres différents et qui sert à limiter le champ de l'image sur le verre

dépoli. Sous cette monture est un tube métallique *a* remplaçant l'objectif photographique et dans lequel on engage l'oculaire du microscope.

La monture supérieure de la chambre photographique est analogue aux montures portant le verre dépoli des appareils photographiques ordinaires : elle est faite pour des plaques de 13 c/m × 18 c/m. On peut y adapter un verre dépoli ou des châssis simples renfermant les plaques sensibles. Des intermédiaires permettent d'employer des plaques de 9 c/m sur 12 c/m. Nous préconisons l'emploi de cette grandeur de plaques, qui sont suffisantes dans tous les cas.

Dans l'appareil de Leitz, on place le microscope sur le plateau en fonte A, et l'on engage l'oculaire dans l'intérieur du tube métallique *a*. Un manchon de toile noire, muni d'un élastique à chaque extrémité, permet, en embrassant d'un côté le tube métallique et de l'autre le pourtour de l'oculaire, de s'opposer au passage de la lumière par l'espace annulaire séparant ces deux parties.

Cet appareil ne permet pas de faire des poses de 15 à 20 secondes sans donner, sur la plaque photographique, un voile très intense : en effet, toute la lumière émise par la source n'est pas uniquement réfléchie par le miroir du microscope et, par conséquent, ne passe pas en totalité au travers de la préparation : une notable quantité se réfléchit sur la lamelle et pénètre directement dans le tube du microscope. De plus, même en condensant avec un système de lentilles le faisceau, de façon à n'obtenir sur le miroir qu'un petit disque lumineux, et en se plaçant dans une chambre noire (pour éviter la réflexion des rayons solaires sur la lamelle), on constate encore un voile moins intense que précédemment, mais suffisant néanmoins pour ne pas permettre une pose un peu longue.

Un procédé qui semblerait obvier à ces inconvénients consisterait à placer la source lumineuse dans un appartement voisin et d'amener ses rayons, par un tube muni de lentilles, dans la chambre noire où se trouverait disposé l'appareil. Dans ce cas, il y a encore une suffisante diffusion du faisceau lumineux pour donner un voile en 30 à 40 secondes. D'autre part, il est très gênant pour l'opérateur de se trouver dans une pièce obscure; les diverses manipulations, mise au point, placement de la préparation, mesure du temps de pose au chronomètre, etc... exigent un grand soin, que l'on ne peut guère obtenir dans une chambre noire.

Aussi avons-nous cherché à réaliser un appareil permettant d'opérer en pleine lumière et sans donner de voile.

### C. *Appareil d'éclairage*

La partie inférieure de la face antérieure de notre armoire porte une ouverture de 5 centimètres de diamètre (O, *fig.* 2) dans laquelle on adapte par friction un tube communiquant avec la partie antérieure d'un appareil de projection dont on a retiré l'objectif et laissé le condensateur. On centre avec soin le système, de façon que le faisceau émis par la source lumineuse forme un disque de diamètre à peu près égal à celui du miroir du microscope. Sur le trajet de notre tube porte-lumière nous avons ménagé :

1° Une fente verticale destinée à recevoir une cuve en verre, à faces parallèles, contenant une solution concentrée d'alun;

2° Un obturateur à guillotine (constitué par une planchette verticale percée d'une ouverture de diamètre égal à celui du tube porte-lumière et pouvant glisser dans une rainure) : il peut arrêter le faisceau lumineux ou le laisser passer, selon les besoins de la manipulation, et permet, en outre, de faire la pose ou l'instantané.

### D. *Source de lumière. Développement*

Le foyer lumineux que nous avons utilisé dans nos expériences est l'arc électrique. C'est celui qui nous a donné les meilleurs résultats et permis les poses les plus courtes.

Les temps de pose ont varié pour les divers grossissements entre l'instantanté (30 à 40 diamètres) à 1 minute 1/2 (500 à 600 diamètres) et même 2 minutes (1000 diamètres).

En aucun de ces cas nous n'avons eu de voile sur les clichés.

Pour la photographie des êtres animés, qui oblige à faire de l'instantané, nous avons pris les précautions suivantes qui nous ont facilité l'obtention d'excellents clichés.

On sait que les êtres inférieurs sont très rapidement tués par un excès de lumière et que leur aspect mort est très différent de celui qu'ils avaient pendant leur existence; d'où la nécessité de faire des photographies d'animaux vivants et avec un minimum de pose. Aussi, montons-nous deux préparations aussi identiques que possible. La première servira pour le réglage de l'éclairage, la mise au point du microscope, etc..., et on la remplacera, au moment de la pose, par la seconde préparation. On obtient ainsi des clichés instantanés donnant très nettement les différentes phases de la vie de ces êtres.

Toutes les plaques ont été développées au diamidophénol, d'après la formule suivante :

| | |
|---|---|
| Eau . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 1000$^{cc}$ |
| Sulfite de soude anhydre. . . . . . . . . | 20$^{grs}$ |
| Diamidophénol . . . . . . . . . . . . . . | 5$^{grs}$ |

Ce bain, peu rapide, donne une plus grande finesse dans les détails que les autres. Nous exceptons cependant les clichés faits avec des grossissements supérieurs à 800 diamètres, où 2 minutes de pose sont presque nécessaires. Nous avons employé, pour ces derniers, la solution concentrée de cristallos diluée dans la proportion de :

| | |
|---|---|
| Solution concentrée de cristallos . | 10 à 15$^{cc}$ (selon le temps de pose) |
| Eau . . . . . . . . . . . . . . . . | Q. S. pour faire 100$^{cc}$ |

Cette solution donne une grande intensité aux clichés en même temps qu'un développement un peu plus rapide.

---


## M. A. PASQUEAU

Inspecteur général des Ponts et Chaussées, à Paris


---

### REDRESSEMENT DES CLICHÉS PHOTOGRAPHIQUES PAR LE SCOPA, AMPLIFICATEUR REDRESSEUR, AUTOMATIQUE ET UNIVERSEL [77.813]

---

— *Séance du 8 août* —

*But et utilité du redressement.* — Les lignes verticales de la nature sont reproduites, comme on le sait, sur le cliché photographique par des lignes parallèles entre elles et aux bords latéraux de la plaque, quand la glace sensible a été, pendant la pose, rigoureusement verticale, aussi bien dans le sens transversal que dans le sens longitudinal de l'appareil.

Lorsque cette double condition n'a pas été remplie, les lignes verticales du motif convergent sur le cliché, les maisons des rues tombent les unes vers les autres, les édifices élevés menacent les passants, les eaux tranquilles accusent des réflexions déconcertantes.

Les groupes, les portraits n'échappent pas à cette loi générale et subissent, de ce fait, des déformations regrettables.

Avec les appareils directs de grandes dimensions, qui sont toujours montés sur pieds, la verticalité de la glace sensible peut être obtenue, sans trop de difficulté, au moyen de deux niveaux fixés sur le chariot, l'un dans le sens de sa longueur, l'autre dans le sens de sa largeur. Le premier permet de supprimer la *pente* de l'axe optique et l'autre de corriger le *devers* transversal de l'appareil.

Quand la verticalité de la plaque a été ainsi réalisée, la ligne d'horizon du motif passe forcément par le centre de la glace, et l'on constate alors que la mise en plaque du sujet est presque toujours inacceptable. On est donc obligé de rectifier la position du motif sur la glace, en décentrant peu à peu l'objectif, autant qu'il est utile et possible de le faire.

Ce décentrement nécessite des objectifs beaucoup plus gros, plus lourds, plus chers, puisqu'ils doivent alors couvrir un disque de netteté beaucoup plus grand. Il est en outre insuffisant, dans bien des cas, en raison de la dimension limitée de la planchette d'avant et du faible recul dont on peut disposer.

Ces difficultés, ainsi résolues en partie dans les appareils à pieds, deviennent des impossibilités quand on cherche à les surmonter, par les mêmes moyens, dans les appareils à main. Des tentatives nombreuses sont faites dans ce sens depuis quelques années. Leur grand nombre prouve combien il serait utile d'atteindre le but qu'elles poursuivent; mais il faut convenir qu'elles donnent l'illusion et non la réalité d'une solution.

Dans les appareils à main, en effet, la ligne de visée est presque toujours au-dessous ou à peine au-dessus de leur face supérieure, qui seule peut porter un niveau. Il est donc presque impossible de bien voir en même temps le viseur et le niveau. De plus, avec tous ces appareils, sans exception, la mobilité de la main de l'opérateur et le tir au vol, qui est leur principale raison d'être, sont autant d'obstacles qui empêchent de maintenir la verticalité de la glace pendant la pose.

Quant au décentrement, il est encore plus illusoire dans les appareils à main. Dans ces appareils, en effet, on emploie des objectifs à très courts foyers et à très grandes ouvertures. On demande à ces objectifs tout ce qu'ils peuvent donner et souvent plus qu'ils ne donnent. Si donc on décentre ces objectifs, il faut, ou bien les diaphragmer énormément et perdre ainsi le bénéfice de l'instantanéité, ou renoncer à la netteté de l'épreuve, en admettant sur le cliché des

parties de l'image que les bons opérateurs écartent avec le plus grand soin. En outre, la tendance est aux objectifs de plus en plus rapides et, par suite, de plus en plus gros. La planchette d'avant de ces appareils étant déjà trop étroite pour permettre un décentrement suffisant des objectifs peu volumineux, il faut renoncer au décentrement ou renoncer à augmenter l'instantanéité de ces instruments.

Quelques auteurs conseillent, il est vrai, de renoncer à l'agrandissement de tous les clichés entachés des vices rédhibitoires dus à la pente et au devers de l'appareil qui les a produits; mais, comme il est difficile de trouver un cliché à peu près droit sur 20 instantanés à main, le sacrifice demandé revient à exclure ces instantanés de l'agrandissement, qui est le complément nécessaire de ces petits appareils. D'autres auteurs, et non des moindres, recommandent de faire sur pied tous les clichés d'appareils à main destinés à l'agrandissement; mais, avec ces *appareils à main sur pieds*, ils sacrifient la légèreté du bagage qu'on emporte et les instantanés au vol qui constituent les avantages essentiels des appareils à main.

Ne vaut-il pas mieux renoncer à ces illusions, à ces artifices? N'est-il pas préférable d'écarter franchement les pieds, les niveaux, le décentrement, des appareils à main, auxquels ils ne peuvent convenir, et d'en arriver au *redressement* qui, seul, peut donner et donne en fait une solution rationnelle et satisfaisante de la question?

*Le Scopa.* — Je crois avoir réalisé cette solution d'une manière *simple*, *complète* et *pratique*, par le *Scopa*, amplificateur photographique, redresseur automatique et universel, que j'ai imaginé et que j'ai fait construire en 1900-1901.

Cet appareil est constitué par une chambre d'agrandissement à trois corps, pourvue des perfectionnements usités jusqu'à ce jour et présentant en outre les dispositions suivantes. Le corps arrière, portant la plaque sensible, peut prendre une forte inclinaison, en basculant autour d'un axe horizontal passant exactement par le plan de la surface sensibilisée et par son milieu. Le corps d'avant, qui porte le cliché, peut également basculer autour d'un axe horizontal passant exactement par le plan de la surface impressionnée du cliché à transformer. Le cliché est, en outre, monté sur un

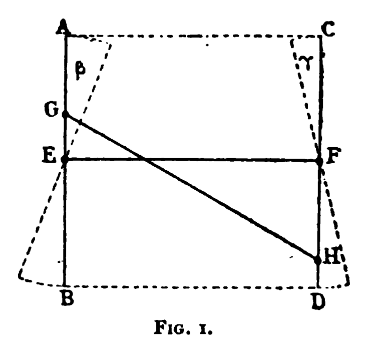


FIG. 1.

disque tournant, qui permet de disposer la ligne d'horizon parallèlement aux axes des bascules. La bascule d'avant CD (*Fig. 1*) est reliée à la bascule d'arrière AB par une connexion mécanique et automatique, qui est l'innovation principale de l'appareil. Cette connexion est formée par une coulisse graduée, occupant la moitié supérieure AE de la bascule arrière. Un curseur, qui peut être fixé en un point quelconque de cette coulisse, porte un tourillon G, relié par une tige rigide GH à un autre tourillon adapté invariablement en un point H de la moitié inférieure de la bascule d'avant CD. Cette tige rigide est composée de deux ou trois tubes qui peuvent télescoper l'un dans l'autre, pour prendre dans chaque cas la longueur corrélative au tirage normal à donner à la chambre pour réaliser le rapport d'agrandissement ou de réduction qu'on a en vue. Une virole de serrage fixe ensuite la tige à la longueur voulue.

Cet amplificateur *redresse* toutes les déformations dues à la *pente* de l'axe optique et au *devers* de l'appareil qui a produit le cliché. Il maintient *automatiquement* et rigoureusement la mise au point sur toute la surface de l'épreuve à obtenir. Le même appareil peut recevoir *tous les objectifs* et réaliser *tous les rapports* d'agrandissement ou de réduction, dans les limites du format maximum pour lequel chacun d'eux a été construit. Le *Scopa* est donc bien un amplificateur, redresseur, automatique et universel.

*Théorie de l'appareil.* — La théorie du *Scopa* est basée sur divers théorèmes dont la démonstration géométrique fait l'objet principal de la présente communication.

Dans le but de simplifier l'exposé de ce qui suivra, je rappellerai d'abord les causes bien connues des déformations qu'il s'agit de redresser.

I. — Soit ABCD (*Fig. 2*) un rectangle vertical, OM la normale au plan de ce rectangle élevée par son centre de figure, O l'œil d'un observateur dirigé vers le point M. Tout plan, tel que *abcd*, vertical et parallèle au tableau ABCD, coupera le faisceau des rayons lumineux envoyés par ce tableau vers l'œil O, suivant un rectangle *abcd* semblable au rectangle ABCD. Ses côtés latéraux seront verticaux et parallèles entre eux comme les côtés similaires du rectangle considéré. Remplaçons l'œil O par l'objectif d'un appareil photographique dont l'axe optique serait dirigé suivant OM et dont la glace sensible *a'b'c'd'*, normale à cet axe, serait placée symétriquement à *abcd* par rapport au point O. L'image du rectangle ABCD sur la

glace sensible sera identique à celle que le faisceau des rayons lumineux aurait produite sur la face antérieure du rectangle *abcd*, si cette face avait été capable d'en conserver l'empreinte. Donc :

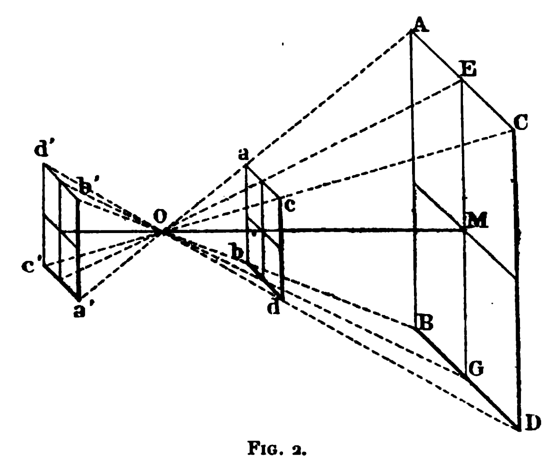



Fig. 2.

*Les lignes verticales de la nature sont reproduites sur le cliché par des lignes verticales et parallèles aux bords latéraux de la glace sensible quand cette glace a été, pendant la pose, exactement verticale, aussi bien dans le sens longitudinal que dans le sens transversal de l'appareil.*

II. — Bornons-nous, maintenant, à considérer ce qui se passe dans le rectangle *abcd*, que nous appellerons le *contre-cliché*, et inclinons l'axe optique OM de l'appareil suivant une ligne O'M, contenue dans le même plan vertical et formant un angle $\alpha$ avec OM (*fig. 3*). Dans ce mouvement, le plan du rectangle *abcd*, symétrique du cliché, restant perpendiculaire à l'axe optique O'M, cessera d'être parallèle au plan du tableau ABCD. Son prolongement ira couper la verticale du point O' en un point *p* qui sera le sommet d'une pyramide triangulaire dont O'*bd* est la base et dont les arêtes *pb* et *pd*, qui convergent en *p*, sont les images des côtés verticaux AB et CD du tableau de la figure 2. Les lignes verticales de la nature sont donc, dans ce cas, reproduites sur le cliché par des lignes qui convergent vers un point de la médiane verticale de la plaque sensible et qui sont, par suite, disposées symétriquement, en éventail, de part et d'autre de cette médiane.

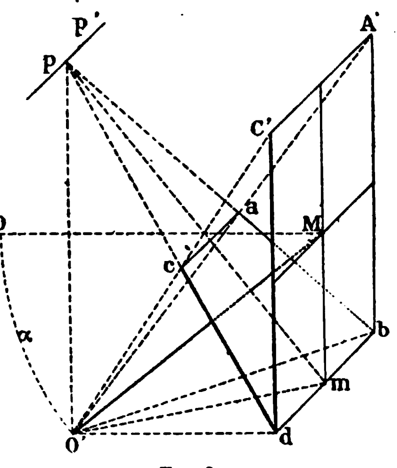



Fig. 3.

Nous appellerons *pente* de l'axe optique la tangente de l'angle $\alpha$ que cet axe faisait avec le plan de l'horizon pendant la pose.

III. — Faisons tourner maintenant l'appareil, autour de son axe optique, d'un angle $\delta$, que nous appellerons le *devers* de l'appareil récepteur. Dans ce second mouvement, l'image du tableau ABCD ne se déplacera pas dans l'espace ; mais, la plaque sensible ayant tourné, dans son plan, d'un angle $\delta$, les lignes *ab* et *cd*, figurant sur le cliché les verticales AB et CD du tableau, cesseront de converger vers un point situé sur le prolongement de la médiane de ce cliché. Elles iront se rencontrer en un point situé sur une ligne faisant, avec la médiane, un angle $\delta$ égal au devers de l'appareil et leur faisceau sera dissymétrique par rapport aux bords latéraux de la plaque. Donc :

*La convergence des lignes verticales de la nature, sur le cliché, est due dans tous les cas à la pente de l'appareil récepteur pendant la pose et la dissymétrie de cette convergence par rapport aux bords latéraux du cliché est déterminée par le devers de cet appareil.*

a

b

c

Fig. 4.

Le rectangle ABCD sera, par suite, figuré par le rectangle *a* (*fig.* 4) s'il n'y a eu ni pente ni devers, par le trapèze *b* s'il y a eu pente sans devers et par le quadrilatère *c* s'il y a eu simultanément pente et devers de l'appareil récepteur.

IV. — Ceci posé, reprenons la figure 2, éclairons vivement la face postérieure du cliché *a'b'c'd'* et recevons son image, produite par l'objectif O sur un papier sensible tendu sur le rectangle ABCD, dont ce cliché est l'image. Cet ensemble constituera un appareil d'agrandissement dont les deux châssis seraient parallèles et dont les longueurs focales conjuguées seraient identiques à celles de l'objectif *o*, quand il a produit le cliché. Les rayons lumineux, émanant du cliché et passant par l'objectif pour aller impressionner le papier sensible, suivront exactement et en sens inverse le chemin suivi par les rayons lumineux partis précédemment de ABCD pour aller former l'image de ce rectangle sur le cliché. Cet amplificateur sommaire reproduira donc, dans tous les cas, le cliché sans modification. Si ce dernier est correct, l'épreuve agrandie le sera ; mais, si le cliché présente des déformations dues à la pente et au devers, l'agrandissement obtenu sera affecté des mêmes tares, et ces défauts seront d'autant plus choquants que le rapport d'agrandissement sera plus grand.

V. — Reprenons, au contraire, la figure 3, qui s'applique au cas d'un cliché obtenu avec pente, sans devers, et constituons comme ci-dessus un amplificateur, en maintenant entre le plan du cliché et celui du papier sensible un angle $\alpha$ égal à l'angle de la pente de l'appareil qui a produit le cliché.

Les rayons lumineux émanant du cliché continueront à suivre, dans ce cas comme dans le précédent, exactement et en sens contraire, le chemin que les rayons émanant du tableau avaient suivi pendant la pose du cliché ; mais l'image agrandie cessera d'être semblable au cliché et elle redeviendra identique au rectangle ABCD lui-même, auquel elle sera exactement superposable dans toutes ses parties. Donc :

*Pour obtenir un agrandissement redressé d'un cliché déformé par la pente de l'axe optique de l'appareil récepteur, sans devers, il est nécessaire et il suffit d'établir, entre le plan du cliché et celui du papier sensible, un angle $\alpha$ égal à celui de la pente, quand la longueur focale conjuguée antérieure de l'objectif amplificateur est identique à celle qui a produit le cliché à redresser.*

VI. — Dans la pratique, l'égalité de ces deux longueurs focales n'est jamais réalisée, même lorsqu'on emploie le même objectif pour faire le cliché et pour l'amplifier, car cet objectif fonctionne dans les deux cas à des distances très inégales de l'objet à reproduire et, par suite, avec des longueurs focales conjuguées très notablement différentes.

Appelons donc F la distance réelle du plan focal de l'appareil récepteur au point nodal d'émergence de son objectif *o*, pendant la pose, et F′ la distance du plan focal de l'appareil d'agrandissement au point nodal d'incidence de son propre objectif, qui peut être identique à l'objectif *o* ou différent de celui-ci. Soit *ab* (*fig.* 5) la moitié supérieure du cliché placé dans l'amplificateur, *oa* la longueur F et *oa′* la longueur F′ ci-dessus définies. Si F′ = F, nous avons vu que

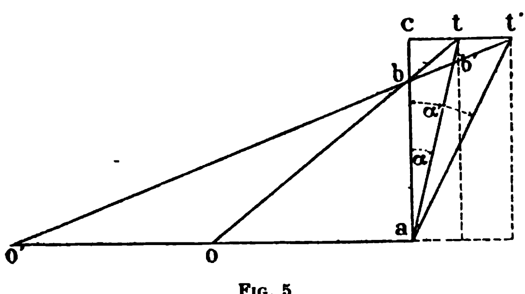


Fig. 5.

l'image du cliché *ab* sera exactement et totalement redressée, quand on aura incliné le châssis portant le papier sensible d'un angle $\alpha$ égal

à celui que l'axe optique de l'appareil récepteur formait avec le plan de l'horizon pendant la pose. Dans ce mouvement, la médiane horizontale du rectangle type de la figure 2 ne change pas, l'image du côté supérieur de ce rectangle est allongée dans le rapport de *ot* à *ob* et le rectangle type déformé sur le cliché *ab* est rétabli dans sa forme réelle sur l'agrandissement *ot*.

Si nous transportons maintenant le centre optique de l'objectif amplificateur de *o* en *o'*, le redressement cessera d'être complet, puisque le point *b* se projettera sur le plan *at* en un point *b'* inférieur au point *t*. Continuons, au contraire, à faire basculer le châssis porte-plaque *at* autour de la médiane *a*, jusqu'à ce que le point *b* vienne se projeter en *t'* sur la ligne *ct* parallèle à *oa*. Dans cette nouvelle position *at'* du châssis arrière, l'image du bord supérieur du rectangle type sera amplifiée dans le rapport $\frac{o't'}{o'b} = \frac{ot}{ob}$ et le rectangle type sera de nouveau reproduit sur l'agrandissement avec ses bords verticaux. Or, *ct'* étant parallèle à *o'a*, on aura

$$\frac{\operatorname{tg} \alpha'}{\operatorname{tg} \alpha} = \frac{o'a}{oa} = \frac{F'}{F}, \qquad (1)$$

en appelant $\alpha'$ l'angle de redressement *c a t'*. Donc :

*Le redressement complet peut être réalisé, dans tous les cas considérés, en établissant entre la surface du cliché et la glace sensible un angle $\alpha'$ tel que la tangente de $\alpha'$ soit à la tangente de $\alpha$, comme la longueur focale conjuguée de l'objectif amplificateur est à celle de l'objectif qui a produit ce cliché.*

VII. — Ce qui précède suppose que le cliché n'a pas de devers et que le basculement a lieu autour de sa médiane horizontale, c'est-à-dire autour d'un axe parallèle à la ligne d'horizon du motif photographié. Si le cliché présente, en outre, des déformations dues à la pente, un devers $\delta$ dû à l'inclinaison transversale de l'appareil récepteur, on rentrera dans le cas précédent en le faisant préalablement tourner dans son plan, au moyen du disque tournant, d'un angle égal au devers $\delta$, puisque nous avons vu que la ligne d'horizon deviendra, dans ce cas, parallèle aux axes des bascules. En dehors de toutes autres considérations, ce mouvement est indispensable, dans la pratique, pour maintenir l'image agrandie dans les limites du papier sensible qui doit la recevoir. Donc :

*Il est nécessaire et il suffit de faire tourner le cliché, dans son plan, d'un angle égal au devers de l'appareil récepteur, ou, en*

*d'autres termes, d'amener la ligne d'horizon du cliché à être parallèle aux axes des bascules, pour redresser les déformations dues à ce devers et permettre de redresser ensuite les lignes verticales de la nature parallèlement aux bords latéraux de l'épreuve.*

VIII. — La relation $\frac{\operatorname{tg} \alpha'}{\operatorname{tg} \alpha} = \frac{F'}{F}$, établie ci-dessus, suppose que la mise au point n'est pas troublée par le basculement du châssis portant la plaque sensible. En fait, ce mouvement éloigne la partie inférieure de cette plaque du point correspondant du cliché et il est nécessaire de faire basculer ce dernier, en sens contraire et d'une faible quantité, pour rétablir la mise au point à l'extrémité supérieure de l'épreuve à obtenir. Cherchons donc la relation qui doit exister entre l'angle de basculement $\beta$ du châssis arrière, porte-plaque, et l'angle de basculement $\gamma$ du châssis avant qui porte le cliché.

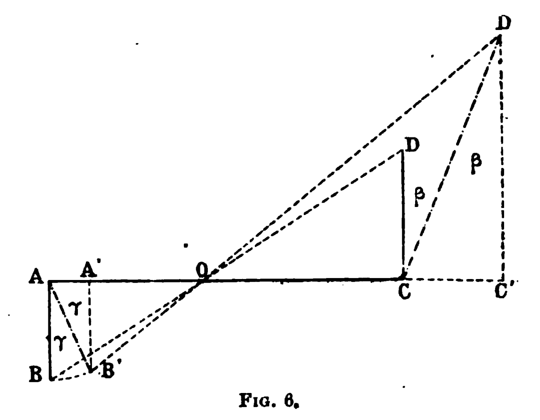


Fig. 6.

Soit, à cet effet, AB le demi-cliché, CD son image agrandie, O l'objectif de l'amplificateur (*fig. 6*). L'appareil ayant été mis normalement au point, pour un rapport d'agrandissement

$$n = \frac{CD}{AB} = \frac{OC}{OA},$$

avec l'objectif aplanétique O, de longueur focale principale F, on aura, d'après la formule bien connue des foyers conjugués

$$OA = F + \frac{F}{n} \quad \text{et} \quad OC = F + nF$$

Si nous inclinons le cliché d'un angle $\gamma$ suivant AB', l'image nette de B' ira se former en D', suivant un rapport d'agrandissement $n'$, à une distance telle que l'on aura :

$$OA' = F + \frac{F}{n'} \quad \text{et} \quad OC' = F + n'F$$

d'où $$AA' = F\left(\frac{1}{n} - \frac{1}{n'}\right), \text{ et } CC' = F(n' - n)$$

ou
$$\frac{AA'}{CC'} = \frac{n' - n}{nn'(n' - n)} = \frac{1}{nn'}$$

Or
$$AA' = A'B' \operatorname{tg} \gamma, \ CC' = C'D' \operatorname{tg} \beta, \text{ et } \frac{C'D'}{A'B'} = n',$$

donc
$$\frac{\operatorname{tg} \gamma}{\operatorname{tg} \beta} = n' \times \frac{1}{n'n} = \frac{1}{n}$$

ou
$$\operatorname{tg} \beta = n \operatorname{tg} \gamma \qquad (2)$$

Cette relation fondamentale est indépendante de la position du point B sur le cliché. Par suite, la mise au point est exactement rétablie, non seulement pour le point B considéré, mais pour tout autre point situé sur le cliché, aussi bien au-dessous qu'au-dessus de l'axe de rotation. Donc :

*La mise au point, troublée par le basculement du châssis arrière sous un angle* $\beta$, *est rigoureusement rétablie sur tous les points de l'épreuve à obtenir quand on bascule le cliché, en sens inverse, sous un angle* $\gamma$, *tel que la tangente de* $\beta$ *soit égale à la tangente de* $\gamma$ *multipliée par le rapport* n *d'agrandissement quel qu'il soit,* c'est-à-dire si l'on a $\operatorname{tg} \beta = n \operatorname{tg} \gamma$.

Quant au redressement, il continuera à être complet si la somme des angles $\beta$ et $\gamma$ reste égale à l'angle de redressement $\alpha'$ de la relation (1) du § VI, soit $\beta + \gamma = \alpha'$.

Il en sera de même de la correction du devers par le disque tournant, puisque la position relative des deux châssis n'aura pas changé.

IX. — Les longueurs des tangentes diffèrent très peu de celles des arcs dans les limites considérées. On peut donc déduire des relations
$$\operatorname{tg} \beta = n \operatorname{tg} \gamma \qquad \text{et} \qquad \beta + \gamma = \alpha'$$
la relation
$$\operatorname{tg} \beta \left(1 + \frac{1}{n}\right) = \operatorname{tg} \alpha'.$$

Mais on a d'autre part, d'après la relation du § VI,
$$\frac{\operatorname{tg} \alpha'}{\operatorname{tg} \alpha} = \frac{F'}{F},$$

et l'on a par la formule des foyers conjugués
$$F' = F \left(1 + \frac{1}{n}\right)$$

quand l'objectif amplificateur a la même longueur focale principale que l'objectif récepteur. De là on déduit :

$$\text{tg}\,\beta\left(1+\frac{1}{n}\right)=\text{tg}\,\alpha'=\text{tg}\,\alpha\left(1+\frac{1}{n}\right)$$

d'où $\text{tg}\,\beta = \text{tg}\,\alpha$ ou $\beta = \alpha$.

Donc, dans ce cas, la tangente de l'angle de basculement du corps arrière est sensiblement égale à la *pente* de l'axe optique de l'appareil récepteur et, par suite, indépendante du rapport d'agrandissement. Cette relation est intéressante, car elle m'a conduit à déterminer très rapidement le devers et la pente de redressement d'un cliché donné, au moyen d'un calibre gradué, simplement appliqué sur le cliché ou sur une de ses épreuves ordinaires. Elle permet, en outre, de constater que le *Scopa*, tel qu'il est construit, peut redresser tous les clichés, dans tous les cas, et dans des limites qu'il est impossible d'atteindre avec aucun appareil à décentrement actuellement connu.

X. — En se reportant à la figure 3, il est facile de voir que le redressement rétablit rigoureusement, sur l'épreuve redressée, la perspective linéaire telle qu'on l'aurait obtenue avec un appareil à pied sur une glace sensible, disposée verticalement pendant la pose, quand la longueur focale effective de l'amplificateur est identique à celle de l'appareil récepteur, soit quand $F' = F$. Dans le cas plus général où $F'$ diffère de $F$, l'échelle des largeurs et le parallélisme des verticales sont encore exactement rétablis, mais l'échelle des *hauteurs* est légèrement modifiée dans le rapport des longueurs $at'$ et $at$ de la figure 5. Cette différence est inappréciable à l'œil et n'excède pas celles qui résultent des aberrations inévitables des objectifs. On peut donc affirmer que le redressement rétablit la perspective avec toute l'exactitude qui est pratiquement désirable.

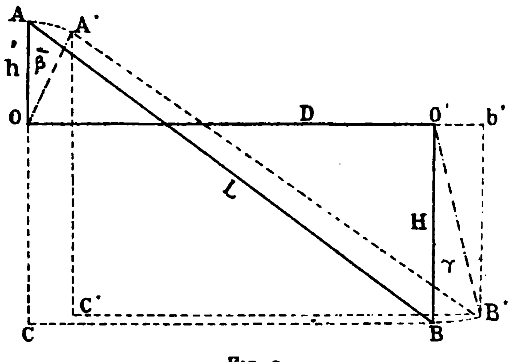


FIG. 7.

XI. — Il reste à établir maintenant que le mode de connexion très simple auquel je me suis arrêté, de préférence à

tous autres, et que j'ai réalisé dans le *Scopa*, satisfait avec une précision largement suffisante, dans la pratique, à toutes les conditions déterminées ci-dessus.

A cet effet, appelons OO' les axes de rotation des deux bascules, D leur distance, A et B les tourillons arrière et avant de la tige télescopique, L la longueur fixe de cette tige, $h$ et H les bras de leviers des deux bascules, $\beta$ et $\gamma$ les angles de basculement de ces bascules. On aura (*fig. 7*) :

$$L^2 = \overline{AC}^2 + \overline{CB}^2 = (h + H)^2 + D^2 = h^2 + H^2 + 2\,hH + D^2$$

et $$L^2 = \overline{A'C'}^2 + \overline{C'B'}^2 = (h \cos\beta + H \cos\gamma)^2 + (D - h\sin\beta + H \sin\gamma)^2$$

d'où $$\frac{D}{H} \sin\gamma = \frac{D}{H} \sin\beta - \cos\beta \cos\gamma + \sin\beta \sin\gamma + 1$$

ou $$\sin\gamma = \frac{1}{n} \sin\beta + \frac{h}{D} [1 - \cos(\beta + \gamma)] \qquad (3)$$

en posant $\frac{H}{h} = n$, qui est le rapport d'agrandissement et en marquant que $\cos(\beta + \gamma) = \cos\beta \cos\gamma - \sin\beta \sin\gamma$.

Le dernier terme du second membre de la relation (3) étant relativement très petit dans les conditions de l'appareil considéré, on a très sensiblement $\sin\beta = n \sin\gamma$ ou $\text{tang}\,\beta = n\ \text{tang}\,\gamma$.

Soit, en effet, un cas très défavorable, tel que le suivant, dans lequel on a $\beta = 20^\circ$, $\text{tang}\,\beta = 0{,}3640$, $h = 0^m05$, $H = 0^m20$, $n = 4$ et $D = 0^m56$; ce cas correspond à un cliché $6\,^1/_2 \times 9$, en hauteur, dont la ligne d'horizon est à la limite de la plus grande dimension de la plaque et dont on veut faire un $24 \times 30$ en l'agrandissant 4 fois avec l'objectif $F = 0^m112$ qui l'a produit.

On trouve par la formule rigoureuse (3) que le *Scopa* donne $\gamma = 5^\circ 23'$ alors que la relation $\text{tang}\,\beta = n\ \text{tang}\,\gamma$ donne $5^\circ 12'$, d'où résulte une différence en trop de $11'$, soit de moins de $3\,^1/_2\,^0/_0$, dans la valeur de l'angle $\gamma$. Et, comme le point le plus bas du cliché est, dans ce cas, au $^1/_5$ de H à partir de l'axe de rotation, la répercussion de cette très minime différence sur la mise au point de l'extrémité du cliché n'excède pas *douze centièmes de millimètre*, soit moins des *neuf dix millièmes* de la longueur focale utilisée, qui est de $140^{mm}$ pour $n = 4$.

Le *Scopa* réalise donc la relation $\text{tang}\,\beta = n\ \text{tang}\,\gamma$ avec une précision plus que suffisante dans la pratique. Cette précision est notamment très supérieure à celle de la théorie qui sert de base à cette formule et qui consiste à admettre, comme on le fait toujours en photographie pratique, que l'image d'une figure plane est formée

sur une surface plane appelée « plan focal » alors qu'elle se forme en réalité sur une surface concave par suite de l'aberration dite « courbure de champ » qui est commune à tous les objets.

Une précision théorique plus grande serait d'ailleurs bien inutile; elle serait matériellement irréalisable avec le mode de construction des grands appareils les plus soignés; elle pourrait aller contre le but en appliquant trop exactement la formule dite « de netteté » qui est basée sur une hypothèse peu exacte; elle serait difficilement applicable aux longs tirages, qui peuvent atteindre 1m40 dans le *Scopa*; elle serait incompatible avec le changement d'objectif qui est *indispensable* pour couvrir les clichés de tous formats, sans exagérer outre mesure le basculement des châssis. Le changement d'objectif est, au contraire, des plus faciles avec la connexion que j'ai adoptée, puisqu'elle est entièrement indépendante de l'objectif employé et de la position de ses points nodaux, par rapport à la planchette qui le porte. J'ai donc écarté toutes les autres combinaisons, théoriquement plus exactes, que j'avais essayées d'abord, et je m'en suis tenu à la solution simple, pratique et complète que j'ai réalisée dans le *Scopa*.

*Modèle 24×30 de 1903.* — Le redressement ouvre, comme on vient de le voir, une voie nouvelle et féconde à la photographie en général et en particulier aux instantanés des appareils à main. Dans le but d'en faciliter l'accès à tous ceux que cette question peut intéresser, j'ai fait établir, par la maison Gilles, 31, rue de Navarin, à Paris, le modèle de *Scopa* 24×30 que je soumets à l'appréciation du Congrès, avec une série d'épreuves redressées obtenues au moyen d'un appareil semblable.

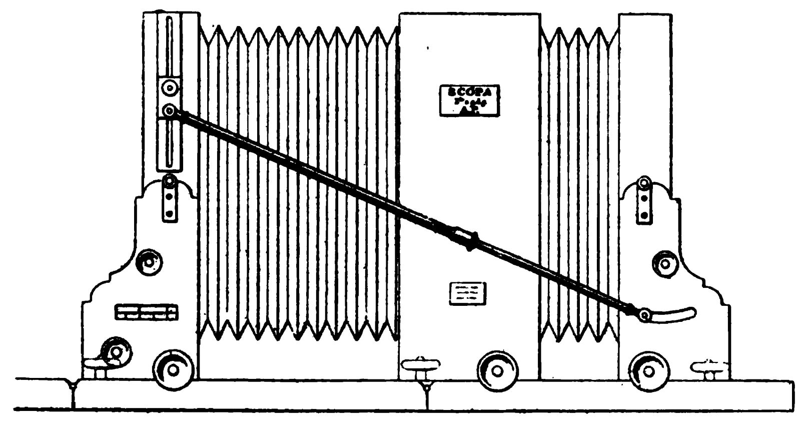



FIG. 8.

Dans ce nouveau modèle, la bascule d'avant est identique à celle d'arrière. Le châssis porte-cliché, ses deux décentrements et son disque tournant sont disposés dans un cadre identique à celui du châssis porte-plaque; ces deux châssis sont donc interchangeables (*fig. 8*). Pour les agrandissements, on met le porte-plaque à l'arrière et le porte-cliché à l'avant; pour les réductions on fait l'inverse; pour les reproductions en même grandeur, on emploie l'une ou l'autre des deux combinaisons. La coulisse est graduée en nombres entiers, suivis d'une décimale, ce qui permet de placer exactement le curseur au point voulu pour tous les rapports d'agrandissement ou de réduction. La mise au point est assurée, quels que soient les objectifs employés, au moyen de trois bornes exactement repérées; elle peut être faite sans loupe ni voile noir, au moyen d'une jauge à vernier, à 1/10 de millimètre près. Le chariot est à trois brisures; il développe $1^m41$, ce qui permet d'amplifier sept fois un cliché $4 \times 5$ avec un objectif $F = 0^m085$ et de redresser en vraie grandeur un cliché $24 \times 30$ avec un $F = 0^m25$ travaillant à $F = 0^m50$. L'appareil replié ne mesure avec son chariot que $0^m44$ de largeur, $0^m51$ de hauteur et $0^m52$ de longueur. Un pied spécial, qui peut se replier sous une épaisseur de quelques centimètres, permet de basculer tout l'appareil sous un angle de 50°, très favorable à l'impression par la lumière du jour.

*Mode d'emploi.* — La manœuvre du *Scopa* est des plus faciles et des plus simples. Il suffit, en effet, pour opérer : 1° de disposer la ligne d'horizon du cliché parallèlement aux axes des bascules au moyen du disque tournant; 2° de mettre au point avec la jauge à vernier ou par tout autre moyen; 3° de placer les bascules verticalement, de fixer le curseur sur la division indiquant le rapport d'agrandissement choisi et de serrer la bague du tube télescopique; 4° d'incliner ensuite la bascule arrière avec l'axe denté jusqu'à ce que les lignes verticales de la dature, qui sont convergentes sur le cliché, viennent reprendre leur verticalité sur la glace dépolie; 5° de basculer ensuite l'affût, si l'on opère à la lumière du jour, ou d'approcher une lanterne à condenseur, si l'on préfère employer la lumière artificielle.

# M. O. ROCHEFORT

A Paris

## RÉCEPTION ACCORDÉE PAR COHÉREUR-CONDENSATEUR ET RÉSONNATEUR OUDIN BIPOLAIRE [538.562]

*— Séance du 8 août —*

Les appareils qui composent une réception de T. S. F. par inscription sur bande, au moyen de signaux Morse, sont les suivants : (schéma 1).

1° Une antenne réceptrice (H G);

2° Un fil de terre relié à un côté du cohéreur;

3° Un relais télégraphique (A B) d'un système ordinaire convenable, monté sur une pile locale d'un élément;

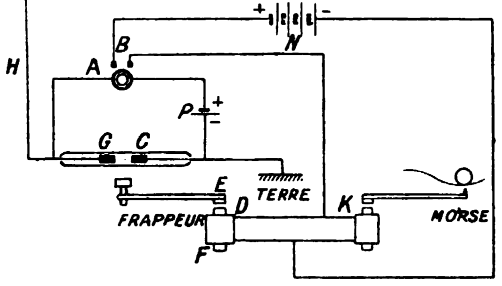



Fig. 1.

4° Un cohéreur à limaille (C G);

5° Un frappeur décohéreur à électro-aimant (D E F);

6° Un récepteur Morse d'un type ordinaire (K L M).

Ceci pour une réception par action directe. Pour la réception par action indirecte, que nous définirons plus loin, il faut ajouter un système inducteur ou résonnant, formé d'un ou deux solénoïdes, qui permet d'obtenir ce qu'on appelle l' « accord », avec un système d'émission déterminé. Nous en parlerons plus loin.

La partie relative au grand courant, c'est-à-dire celle qui permet d'utiliser la fermeture du relais sur la source (N) de 3 éléments, pour décohérer par frappe, d'une part, et inscrire un point ou un trait au récepteur Morse, d'autre part, est commune à tous les genres de réception actuellement en usage.

Le fonctionnement d'une réception par action directe s'explique de la façon suivante :

Schéma 1. — Un flux d'ondes hertziennes vient influencer l'antenne (H G); son action cohère la limaille du tube (G C), relié en G à l'antenne

et en C à la terre. La conductibilité du tube devient suffisante pour que le courant de la pile (P), qui suit le chemin P A G C P, soit assez fort pour alimenter le circuit du relais (A), attirer la palette à ressort antagoniste et mettre en contact l'interrupteur (B) du relais.

Cet interrupteur (B) en contact livre passage au grand courant local (N) suivant le chemin N B D F N pour le frappeur, et N B K L N pour le Morse. Le frappeur frappe et le Morse inscrit des points. A chaque frappe le tube se décohère et l'interrupteur (B) du relais s'ouvre. Si les flux d'ondes arrivent à intervalles très rapprochés, le roulement du marteau décohéreur sera rapide et le Morse tracera des points très rapprochés, se confondant en un seul trait. Si les flux d'ondes cessent d'arriver, puis reprennent, on aura un intervalle non inscrit au Morse. On comprend que des traits et des points formés ainsi à l'émission soient ainsi reçus à la réception.

Le schéma 1 est celui qui fut le premier mis en usage à l'origine de la T. S. F. pour le montage de la réception. On l'emploie avec des cohéreurs peu sensibles, à électrodes de métaux oxydables et à limaille de ces métaux oxydables, tels que électrodes de fer et limaille de fer. Encore faut-il que dans ces tubes la pression de la limaille, qui est proportionnelle à la flèche du segment de cercle que forme la section de la limaille sur l'électrode, ne soit pas trop considérable, sans quoi le tube, une fois cohéré, a une grande difficulté à se décohérer. Ceci provient de ce que la brusque remise du potentiel, qui est ici celui de la pile, aux deux électrodes suffit à recohérer le tube, qui est dit « répéter ».

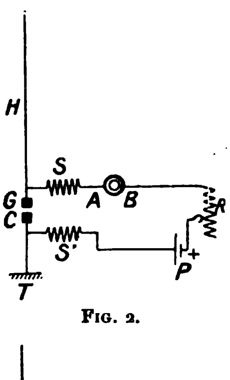


Fig. 2.

Schéma 2. — On a alors ajouté une résistance (R) dans le circuit du petit courant, de façon à limiter l'ampérage du courant qui passe dans le tube et dans le relais. De plus, pour empêcher les ondes hertziennes de suivre le chemin G A C, au lieu de G C cohéré, on a ajouté en S et S′ des bobines de self qui, infranchissables pour l'onde hertzienne à oscillations rapides, font que tout le flux hertzien passe dans le tube pour le cohérer.

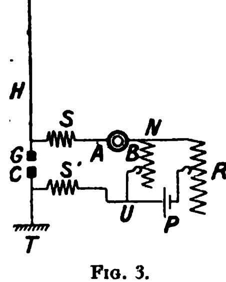


Fig. 3.

Schéma 3. — On a alors essayé d'autres cohéreurs, formés d'électrodes en métal oxydable et de limaille en métal inoxydable : or, platine, argent. Ces tubes, beaucoup plus sensibles, nécessitent aux bornes un voltage moindre que les piles Leclanché ordinaires à 1,5 volt. On a employé certaines piles à bas voltage, donnant 0,5 volt, par exemple. Mais il est difficile d'obtenir des cohéreurs tous identiques les uns aux autres et on a intérêt à avoir une source du voltage qui convient le mieux à chaque tube. Pour obtenir ce voltage variable, M. Blondel a imaginé de mettre un shunt réglable, shuntant à la fois le relais et le cohéreur, shunt qui se place entre U et N. La résistance (R) et le shunt réglable (U N) permettent d'obtenir en G

et C le potentiel que l'on désire. Cette disposition, analogue à celle des potentiomètres, a été baptisée « disposition à potentiomètre ».

Remarques. — Ces trois premiers schémas indiquent trois dispositions pour ce que nous appelons « réception directe », c'est-à-dire que l'onde hertzienne qui vient frapper l'antenne donne lieu à un courant électrique alternatif se rendant à la terre, en passant par le cohéreur qui se cohère par son action.

Ces dispositifs ont le défaut de ne pas être très sensibles et de permettre des cohérages parasitaires provenant : de l'électricité atmosphérique à certaines heures de la journée ou de causes extérieures, telles que : dynamo ayant des étincelles aux balais, tramways à trolleys, etc. Ils ne permettent pas les accords définis plus loin.

Fig. 4.

Schéma 4. — Nous voyons apparaître dans le schéma 4 la réception par bobine d'induction, que son inventeur, M. Marconi, a appelée « jigger ». La bobine d'induction, qui est analogue aux bobines employées dans le téléphone, dans lesquelles on aurait supprimé le noyau intérieur en fer, est une bobine de Tesla pour toutes petites puissances. Le primaire réunit directement l'antenne à la terre et l'oscillation électrique rapide produite dans le solénoïde primaire (V) engendre un courant dans le solénoïde secondaire (D) dont les deux extrémités sont réunies aux deux électrodes C et G du cohéreur. Mais les deux électrodes se trouveraient en court-circuit, par ce solénoïde secondaire et on est amené à le couper en son milieu par un petit condensateur (E), qui empêche ce court-circuit Le cohéreur se trouve alors actionné par le flux secondaire et tout le reste de la distribution pourrait être le même que précédemment.

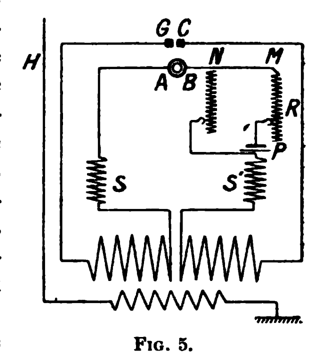


Fig. 5.

Schéma 5. — Dans le schéma 5, le condensateur (E) n'existe pas et c'est sur la coupure qu'est branché le circuit de la pile et ses accessoires. Ici, c'est la pile qui joue le rôle de condensateur. Le fonctionnement est le même que précédemment, avec cette différence que le courant de la pile passe par le solénoïde secondaire, ce qui n'arrivait pas dans la disposition du schéma 4.

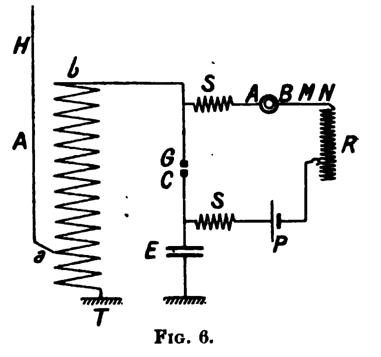


Fig. 6.

Schéma 6. — Nous trouvons ici l'emploi du résonnateur Oudin unipolaire, c'est-à-dire d'un appareil d'induction ou de résonnance pour haute

fréquence, dans lequel le primaire est une dérivation du secondaire. L'onde hertzienne suit le chemin A a T. Son passage produit une vibration électrique dans le solénoïde total (T a b), et cette vibration secondaire cohère le cohéreur G C. Comme le secondaire se trouve relié à la terre et que l'électrode C doit être reliée à la terre aussi, on est obligé de mettre en E un petit condensateur qui empêche G et C d'être en court-circuit par la terre, le reste de la réception est analogue aux réceptions 4 et 5.

Remarques. — Les schémas 4, 5, 6 représentent ce qu'on appelle une « réception accordée ».

Sans préjuger des explications qui ont été données et sans discuter les questions que les amortissements d'ondes font naître, on appelle pratiquement « accorder » une émission déterminée avec une réception par système indirect, trouver l'antenne et le solénoïde primaire de la réception qui vibrent électriquement au maximum pour la disposition de l'émetteur d'ondes. On cherche ensuite à trouver le solénoïde secondaire qui donne avec le primaire le maximum d'action au cohéreur. En pratique, la disposition de l'antenne, le diamètre et le nombre des spires, l'écartement des spires du primaire, la qualité de grande conductibilité superficielle de la terre choisie, le bon choix du solénoïde secondaire, ont une action d'une importance très grande, puisqu'ils permettent, à puissance d'émission égale et à projection verticale des antennes égale, d'accroître la distance dans de très grandes proportions.

Critique des six dispositions précédentes. — Les dispositions 1, 2, 3 ne permettent pas d'effectuer les accords dont il est parlé plus haut. Seules, la capacité, la longueur de l'antenne et sa projection verticale peuvent être modifiées.

Pour la réception directe, la disposition du schéma 3 est la meilleure, en ce sens qu'elle permet de se servir de cohéreurs limaille or, électrodes acier, qui sont très sensibles.

La disposition du schéma 4 oblige à avoir deux circuits, l'un primaire et l'autre secondaire. Or, avec la puissance très faible dont on dispose à la réception, l'action du diélectrique qui écarte le primaire du secondaire est très importante et, si faible que soit son épaisseur, si fin que soit le fil composant le circuit secondaire, la bobine secondaire se trouve assez loin de la bobine primaire pour qu'une perte très sensible se produise.

Le condensateur (E), qui coupe le secondaire, jette une perturbation très grande dans la production du flux en G et C. Par des essais pratiques faits sur de grandes puissances avec le résonnateur Oudin

bipolaire, nous avons vu, d'une façon manifeste, par amoindrissement considérable des effluves secondaires, le rôle mauvais que joue, à ce point de vue, ce condensateur.

Même critique pour la disposition du schéma 5, coupée par la pile dans le circuit de laquelle il y a la résistance (R), le relais et les bobines de self, ce qui est préjudiciable au bon rendement du flux secondaire. La critique de la distance entre le secondaire et le primaire subsiste.

Dans la réception schéma 6, par résonnateur Oudin unipolaire, nous voyons le primaire et le secondaire réunis et la perte, par la distance du primaire au secondaire, supprimée. Mais, par contre, nous n'avons pas l'avantage d'avoir aux deux électrodes deux flux à chaque instant égaux et de nom contraire. Nous avons d'un seul côté un flux qui se dirige vers la terre. Si encore ce flux se déchargeait directement sur une prise de terre, il aurait une certaine puissance, mais cette puissance est amoindrie par le condensateur (E) qui joue le rôle néfaste qu'il jouait déjà dans la disposition du schéma 4.

Nous avons essayé ces dispositions maintes fois avec des solénoïdes puissants et vu combien ce condensateur (E) diminue l'effluve en G.

J'ai cherché à créer un dispositif de réception accordée et les appareils qui correspondent, qui réalisent toutes les conditions reconnues nécessaires par les critiques qui précèdent, conditions qui sont les suivantes :

1° Réunion de l'antenne à la terre par les spires de l'inducteur, sans couper ces spires ;

2° Pas de diélectrique entre le primaire et le secondaire;

3° Le secondaire est continu et ses deux extrémités directement réunies au cohéreur, sans condensateur interposé;

4° Le secondaire agit par action bipolaire et symétrique;

5° Le règlement du nombre de spires du primaire est facile à faire, même en cours de marche;

6° Emploi des cohéreurs à limailles non oxydables et à électrodes oxydables;

7° Emploi du potentiomètre Blondel;

8° Augmentation de la puissance du courant agissant sur le relais.

Pour obtenir la solution du problème, il a fallu créer un nouveau type de cohéreur et employer le résonnateur Oudin bipolaire que nous avons étudié et breveté il y a cinq ans bientôt.

Le tube que nous construisons (*fig.* 7), à électrodes de fer et limailles d'or, se compose de deux électrodes annulaires entourant un cylindre isolant (ébonite ou autre). Une tige conductrice passe

dans le cylindre isolant. Les deux anneaux sont respectivement soudés à deux fils de platine scellés aux deux bouts du tube. La limaille est mise entre les deux électrodes. Une sorte de cigarette de carbure de calcium dessèche le tube dans lequel on peut faire le vide.

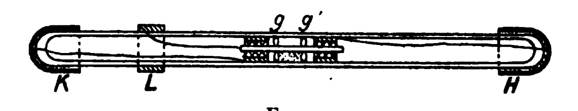


Fig. 7.

Le cohérage de ce tube à limaille inoxydable ne se produit pratiquement qu'à la surface de l'électrode touchée par la limaille. Nous avons ici deux plans de cohérage comme dans tous les autres cohéreurs à limailles inoxydables et à deux électrodes oxydables.

J'ai imaginé de prendre entre ces deux électrodes un contact par métal non oxydable dans la masse de limaille elle-même. Nous aurons ainsi un tube ordinaire dans lequel nous pourrons prendre une troisième prise de courant sur la limaille. La disposition pratique de ce cohéreur est celle indiquée à la figure 7. Une tige centrale passe dans les deux électrodes annulaires à centre isolé. J'ai muni cette tige centrale de deux sortes de roues (*fig. 8*) en fil d'or ou de platine. Ces deux roues plongent dans la limaille et entre elles deux est une masse de limaille qui ne servira qu'à remplacer peu à peu celle qui a servi et qui est placée entre la roue et l'électrode correspondante. Ce remplacement de la limaille s'effectue par suite des petits mouvements produits par les chocs de décohérage. Les trois prises sont *klh*. Les deux roues sont *g g'*. (Si on dore les deux surfaces de l'électrode en contact avec la limaille, le tube semble toujours cohéré; il est toujours à basse résistance et pratiquement il est impossible de réduire assez le voltage pour lui donner une résistance appréciable, ce qui montre bien que le métal inoxydable ne cohère pas pratiquement sur limaille de métal inoxydable).

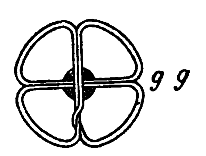


Fig. 8.

Le résonnateur Oudin bipolaire sera un solénoïde formé d'un fil nu enroulé en spirales et supporté par six montants d'ébonite dont les rainures soutiennent les spires. Les prises de courant spéciales, au nombre de trois, permettent de prendre sur ce solénoïde trois points de contact en tels points que l'on choisit sur le solénoïde pour déterminer le primaire et une prise centrale.

Schéma 9. — Le schéma 9 montre la disposition des connexions pour la réception par tube condensateur et résonnateur Oudin bipolaire. Nous

retrouvons le potentiomètre Blondel, formé par les deux résistances R et S, le relais est en U, en Q figure le milliampèremètre.

L'antenne et la terre viennent aboutir en $A_1$ $T_1$ du résonnateur bipolaire. En A et T, les deux fils secondaires sont réunis aux bornes K et H du tube condensateur. Le pôle positif de la pile est réuni en un point du solénoïde qui sera celui de tension O, point entre A et $T_1$. Le courant de la pile P, en sortant du tube condensateur en L suivra les connexions indiquées, il passera dans le milliampèremètre *q*, puis dans le cadre du relais *u*, puis dans la résistance R pour aboutir au pôle négatif. Le shunt formant potentiomètre est placé entre la sortie du relais et le pôle négatif de la pile.

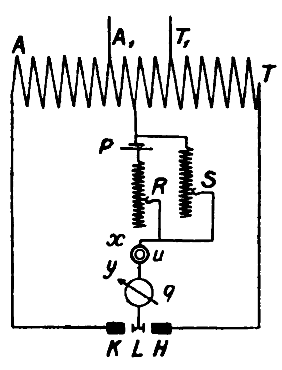


Fig. 9.

Au moment où l'onde hertzienne arrive à l'antenne, la vibration de l'antenne est transmise au primaire $A_1$ $T_1$ du solénoïde. Cette vibration produit une vibration secondaire dans le secondaire A T, vibration qui cohère sans la moindre perte et dans les meilleures conditions possibles le cohéreur KH qui, au point de vue cohérage, ne possède que deux électrodes et est absolument dans les conditions d'un cohéreur ordinaire à deux prises de courant. Mais le cohéreur, une fois cohéré, le jeu de l'action du courant de la pile est bien différent de toutes les façons connues de l'utiliser. Le pôle positif de la pile envoie deux courants parallèles qui se dirigent, l'un par le chemin P O $A_1$ A K L Y R P, l'autre par le chemin P O $T_1$ T H L Y R P. Ces deux courants, dont le voltage est réglé par le potentiomètre RS, viennent agir tous les deux et en quantités sur le relais X Y qui, à voltage égal, reçoit plus d'intensité qu'il n'en recevrait dans un système ordinaire semblable, où seule la prise sur la limaille n'existerait pas. Un calcul simple montre que théoriquement, en supposant le potentiomètre réglé également dans les deux cas, cette intensité serait quatre fois plus grande à cohérage égal. En effet, les deux résistances supposées égales à chaque plan de cohérage, résistances qui sont en tension sur le petit courant dans le tube ordinaire, deviennent en parallèle sur le tube condensateur. De plus, nous n'avons plus besoin de bobine de self, le pôle positif P étant réuni au point O du solénoïde. Toutes les conditions énumérées plus haut sont remplies dans cette réception.

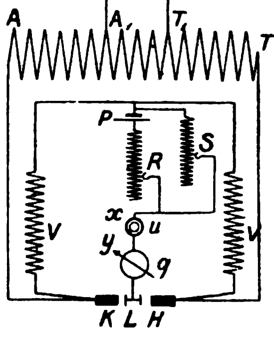


Fig. 10.

Schéma 10. — Le schéma 10 donne une autre forme de la réception par tube condensateur. Ici, le courant de la pile ne passe plus par le solénoïde, les deux bobines de self V et V' empêchent le flux cohérant de passer par le court-circuit produit par la réunion des électrodes K et H au pôle positif P de la pile. Cette seconde forme n'est du reste qu'une variante de la première

Le tube *(fig. 7)* est employé tel qu'il a été décrit plus haut.

La distance entre les deux couronnes qui permet une réserve de limaille a un intérêt très grand, parce qu'il semble que les cohéreurs à limaille d'or périssent par les limailles qu'il est intéressant de renouveler. MM. Blondel et Ferrié emploient une sorte de cohéreur avec une réserve de limaille placée derrière l'une des électrodes, limaille dont on peut faire passer une partie entre les électrodes, au moyen d'une rainure pratiquée dans une électrode contre le tube. L'écartement de nos deux roues permet d'obtenir automatiquement le mélange et le renouvellement de la limaille qui a travaillé, seulement l'écartement matériel des deux électrodes devenant plus considérable, la surface de la limaille doit être horizontale et nous avons dû munir le porte-tube de deux vis de réglage qui permettent de placer le tube horizontalement dans l'espace et de pouvoir le baisser ou le remonter parallèlement à lui-même.

Le récepteur est muni de trois prises dont l'une à pince. Les figures 11 et 12 en donnent le plan et l'élévation.

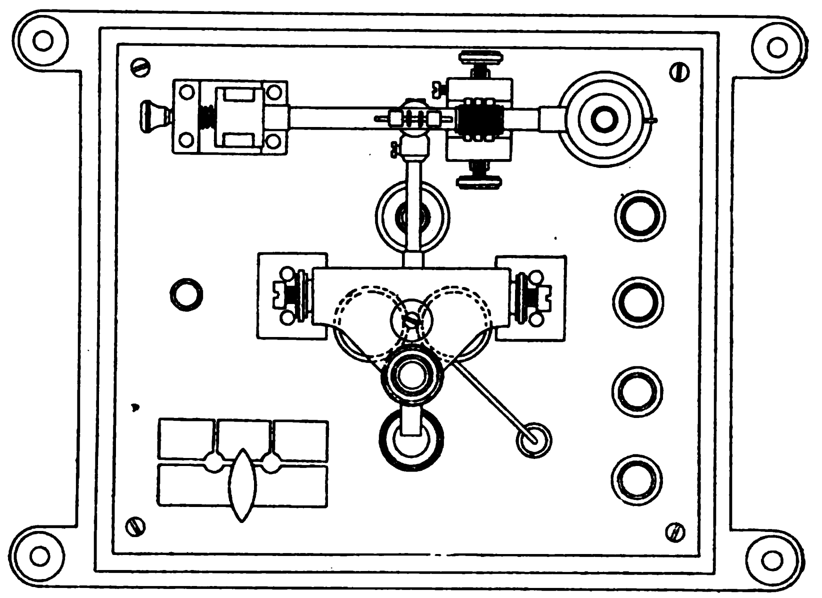


FIG. 11.

Cette nouvelle forme de réception a été essayée par nous à grande distance et nous a donné de très bons résultats. Il est très facile avec la disposition des prises de courant sur le solénoïde, de faire varier le nombre de spires de $A_1$ $T_1$ même en cours de marche, jusqu'à ce qu'on reçoive dans les meilleures conditions.

Si on émet de deux postes d'émission, différant par leur longueur d'onde, il est possible de recevoir sur deux réceptions, ayant même

antenne, de chacun de ces deux postes, en ayant deux systèmes, tels que celui décrit à la figure 9, en réglant A $A_1$ $T_1$ T pour correspondre avec une des émissions sur une des réceptions et pour correspondre avec la seconde sur l'autre réception.

L'appareil n'est pas plus compliqué que le système ordinaire. Il ne comporte qu'un cohéreur, une pile, un potentiomètre, un relais, un milliampèremètre, un solénoïde, l'antenne et la terre, c'est-à-dire le minimum d'organes possible pour une réception accordée.

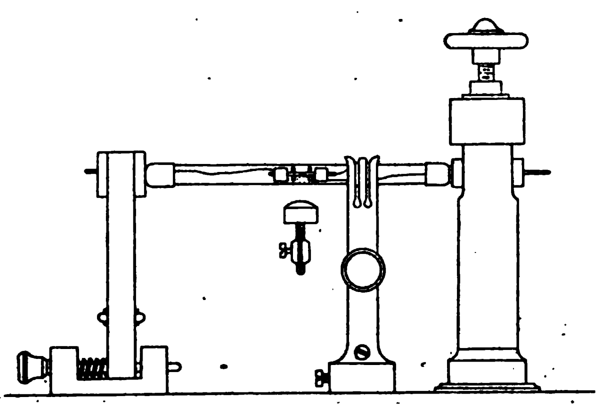


Fig. 12.

Schéma 13. — Il est quelquefois commode, au cas où l'on veut recevoir les ondes de toutes les longueurs, de se servir de la réception par action directe. Le système par tube-condensateur s'applique au schéma 13, en ajoutant simplement dans le circuit de la pile, en G et C, deux selfs et en connectant l'antenne en G et la terre en C après ces selfs.

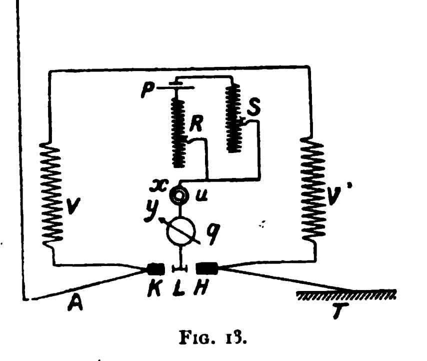



Fig. 13.

Des explications qui précèdent, on comprendra facilement le fonctionnement du récepteur et du tube dans ce cas, et l'on peut remarquer que l'on ne bénéficie plus que de l'augmentation de l'intensité dans le relais. L'appareil récepteur lui-même n'est pas changé, car les fils qui amènent la self et l'antenne, le self et la terre aux deux électrodes du tube, sont en dehors de l'appareil récepteur qui ne comprend que le porte-tube et le frappeur.

# M. Ferdinand BRAUN

A Strasbourg

## TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

— *Séance du 8 août* —

L'auteur a ordonné deux diverses manières produisant des ondes électriques pour la transmission de la télégraphie sans fil. D. R. P. (brevet du 11 octobre 1898). Ces deux manières produisent des oscillations électriques dans un circuit fermé, contenant un condensateur et une bobine de self-induction. Les ondes ainsi produites, s'évanouissant lentement, sont ramenées à l'antenne.

On peut faire cela de deux manières. *Premièrement* (méthode directe) : on joint l'antenne à un point du circuit, un autre étant ramené à un fil auxiliaire, aboutissant librement ou armé d'une plaque *(fig. 1 a)*, ou enfin descendant à terre *(fig. 1 b)*. — *Deuxièmement* (méthode indirecte) : les oscillations de l'antenne sont mises

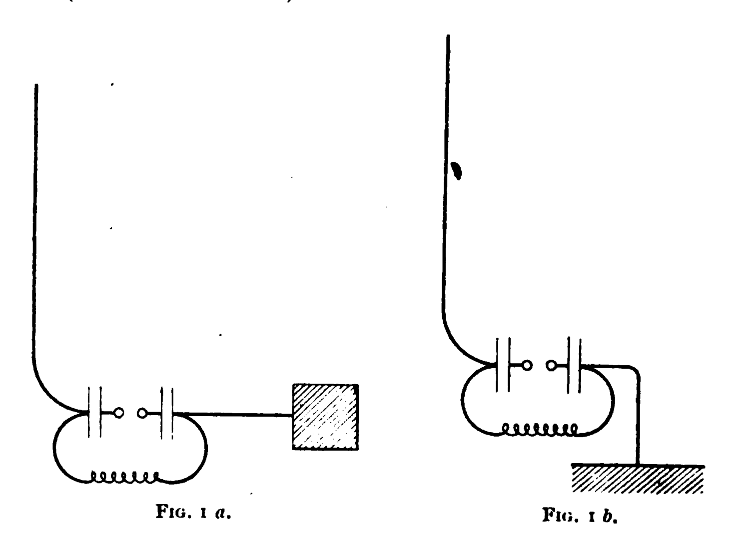


Fig. 1 *a*. Fig. 1 *b*.

en mouvement par induction *(fig. 2)*. Les dimensions électriques du cercle de vibrations doivent être d'accord avec celles de l'antenne ; le tout formant un système uni, dont les deux parties sont

plus ou moins fortement jointes (couplées) entre elles. En général, le système possède deux différentes sortes de vibrations.

Les avantages du système transmetteur de l'auteur se déclarent par le fait : que l'énergie rayonnée par l'antenne est remplacée par le « *cercle vibrant* », représentant pour ainsi dire, un réservoir d'énergie.

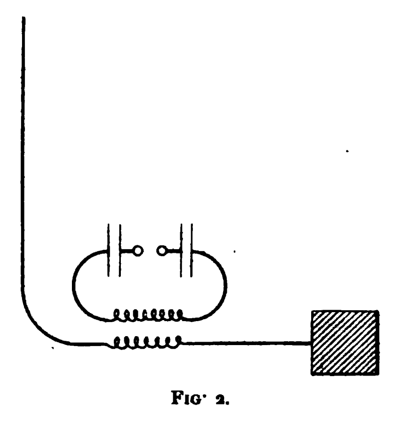


FIG. 2.

On a trouvé récemment que l'antenne rayonne jusqu'à 70 % de l'énergie électro-magnétique du cercle vibrant. Voilà pourquoi on a abandonné les manières employées autrefois, profitant d'une charge électro-statique. (Marconi et Lodge se servaient de ces méthodes.)

Le procédé de l'auteur a particulièrement rempli les conditions nécessaires pour établir la télégraphie syntonique.

*1° Télégraphie dirigée. Problèmes de cette télégraphie.*

Les méthodes d'autrefois, employées pour diriger les ondes dans un but ordonné, profitant du miroir de Hertz ou des lentilles, étaient sans succès pratique, ce qui s'explique par le peu d'énergie dont on pouvait disposer dans le petit radiateur.

Voilà deux autres dispositions pour éviter ces désavantages. On peut les partager en deux points de vue différents.

*A.* Supposé, vous avez un cercle vibrant dans le focus d'une sphère fictive ou d'une paraboloïde; vous disposez sur ces surfaces des cercles contenant chacun un condensateur; ces cercles sont vibratoires, étant excités par le cercle dans le focus, ce dernier étant le seul que vous chargiez directement. Pour obtenir des oscillations aussi fortes que possible, ces cercles sont menés à résonance au cercle originaire. Pour faire rayonner ces énergies accumulées, on a disposé une antenne à chaque circuit, l'ensemble des antennes parallèles formant en elles-mêmes un cylindre, à base d'un cercle ou d'une parabole. Par l'ensemble de cette disposition, vous obtenez des vibrations dans les divers circuits, et avec eux aussi, dans leurs antennes, réglées d'après la même loi que les oscillations qui s'établissent dans les parties d'un miroir Hertz, divisé en bandes, séparées

l'une de l'autre. Le résultat en sera qu'une onde électrique plane marchera dans la direction de l'axe, du cercle ou de la parabole.

En cela on met à profit qu'il y a des forces d'induction, émanant d'un cercle fermé jusqu'à des distances considérables, mais limitées; par ce moyen on distribue l'énergie partagée dans le circuit au focus, et ensuite on la pousse dans l'espace, par les antennes formant des courants ouverts. Veuillez considérer que le circuit originaire peut être muni d'anneaux, situés dans deux ou trois plans, perpendiculaires entre eux ; les anneaux horizontaux induisent sur les anneaux horizontaux à la surface de la sphère; de même sorte les anneaux verticaux induisent sur les anneaux verticaux. En négligeant cette circonstance vous rencontrerez des dimensions de ces circuits induits, incompatibles avec les conditions du problème.

*B*. Un autre dispositif serait d'arranger un nombre de bandes verticales en forme de cylindre parabolique et de les exciter par des vibrations, différentes en phases entre elles, suivant la même loi que si les bandes étaient excitées par *une* seule vibration, sortant du focus du cylindre parabolique. C'est un renversement du principe Huyghens.

Les sources fictives de lumière du système Huyghens se réalisent en forme de sources réelles. L'avantage de cette disposition est de pouvoir employer plus d'énergie.

Cependant un nouveau problème se présente là :

2° *De créer des vibrations, différentes en phases entre elles.*

Je passe à cet autre problème.

*a*. Une première méthode dérive directement des méthodes employées pour l'électro-technique.

Supposez qu'on divise un courant de charge d'un condensateur en deux branches, l'une de ces branches contenant seulement de la self-induction, l'autre contenant de la self-induction et de la résistance ohmique; il en résultera que les deux courants seront déplacés entre eux dans leurs phases. On peut se servir de cette méthode, mais elle n'est pas pratique par raison d'une trop grande absorption d'énergie, partant de la résistance ohmique.

*b*. Une seconde méthode, la plus claire que j'aie trouvée jusqu'à présent, est prouvée en ceci : qu'un premier circuit oscillant induit sur un second fermé métalliquement (*fig. 3*).

En cas de résonance, le deuxième courant marchera en phase

avec la force électro-motive, impressionnée extérieurement; par la raison que cette force est proportionnée à la variation temporaire du courant $i_1$ ; cette force même est déplacée vers le courant $i_1$ même de 90 degrés.

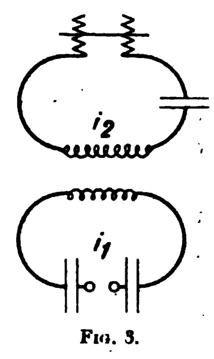


FIG. 3.

Par conséquent, le courant induit $i_2$ est aussi déplacé en phase vers le courant $i_1$ de 90°.

Voilà le résultat de la théorie, sous restreinte d'un couplement assez léger. La question importante est comment la chose se rapporte pour un couplement plus fort et le seul qu'on puisse employer dans la pratique.

L'expérience prouve ce qui suit : on peut faire passer 30 °/₀ au moins de l'énergie du premier circuit au second, avec un déplacement en phase de 72 à 78 degrés.

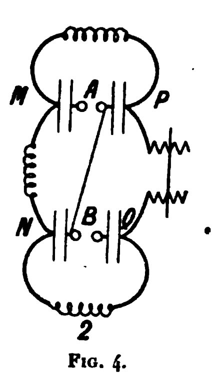


FIG. 4.

Une *troisième* manière, moins simple en théorie, moins claire dans les résultats, mais d'une grande utilité pratique, est celle que j'ai l'honneur de vous démontrer maintenant.

Nous avons ici *(fig. 4)* deux cercles oscillants, couplés entre eux d'une manière nouvelle. Nous avons deux circuits: le circuit n° 1 et le circuit n° 2. On charge l'armature A de l'électricité positive, et l'armature B négative; les électricités se déchargent dans les circuits 1 et 2.

Les étincelles, si capricieuses d'habitude, dépendent les unes des autres d'une façon toute surprenante et exacte; de sorte qu'on peut ordonner aux étincelles une différence de phases, que j'estime même à 1/1000 *(millième)* de la durée d'une seule vibration.

On peut régler la différence des phases par le choix de la self-induction dans les fils qui lient les condensateurs entre eux « fils couplants » MN et PQ.

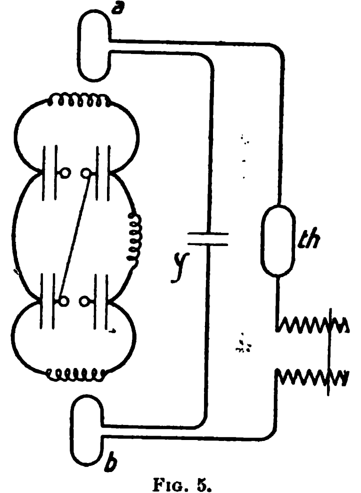


FIG. 5.

Pour démontrer et mesurer ces différences en phase des courants, je me sers d'un circuit résonnateur *(fig. 5)*. Le circuit se compose d'un condensateur $\gamma$, de la self-

induction $\sigma$, d'un thermomètre de Riess *th* et de deux petites bobines *a* et *b* (*).

Pour expliquer simplement la façon de mesurer, nous supposons que la force d'induction sur la bobine *a* sera égale à l'action inductrice sur le cercle *b*. Si la différence des phases était égale à *zéro*, le thermomètre n'indiquerait pas de chaleur en cas que les bobines *a* et *b* soient opposés, mais bien un maximum s'ils étaient liés en série. Pour une différence de phase de 90 degrés, il n'y aura pas de différence entre la chaleur indiquée par le thermomètre, quelle que soit la manière de joindre les deux anneaux.

Évidemment on peut construire par les courants, différents en phase, un champ magnétique tournant avec une vélocité réglée par la fréquence des vibrations, à l'analogue des procédés employés dans l'électro-technique. On peut prendre de ce champ des courants de n'importe quelle phase.

---


## M. André BLONDEL

Professeur à l'École nationale des Ponts et Chaussées, à Paris


---

### NOUVEAU SYSTÈME DE RADIATEURS POUR LA TÉLÉGRAPHIE SANS FILS

[538.562]

— *Séance du 8 août* —

On n'a pas résolu, jusqu'ici, le problème de concentrer l'énergie émise par les antennes de la télégraphie sans fils dans une direction plutôt que dans les autres, ni celui de déterminer au poste de réception la direction des ondes reçues. On a bien proposé des artifices, mais sans que ceux-ci répondent théoriquement ni pratiquement aux illusions de leurs auteurs. Nous espérons être plus heureux en indiquant ici des dispositions peu ambitieuses, mais rationnelles.

Étant données les grandes longueurs d'onde, qui donnent une importance énorme aux phénomènes de diffraction, nous ne préten-

(*) Dans la figure 5 les anneaux *a* et *b* devraient être remplacés par des bobines comme l'indique le texte.

dons pas produire des faisceaux parallèles ou très concentrés, mais seulement une concentration relative.

Notre principe est de combiner les radiations simultanées de plusieurs antennes espacées d'une certaine distance et recevant des oscillations présentant des différences de phases, de façon que les effets de ces antennes s'ajoutent suivant une certaine direction et s'annulent suivant la direction perpendiculaire.

Nous remarquons à cet effet que, si l'on dispose plusieurs antennes parallèlement telles que $A_1B_1$, $A_2B_2$ (*fig. 1*) et qu'on produise dans chacune des oscillations électriques par les méthodes usuelles et de même période, les actions produites à distance par le système ainsi formé seront la somme des effets des diverses antennes, mais en tenant compte des phases des courants dans chacune et des distances qui les séparent. Chaque antenne se comporte, en effet, comme un tuyau sonore ouvert à sa partie inférieure et fermé à son extrémité supérieure, et présente un ventre de courant en A et un nœud en B, et on peut considérer qu'elle rayonne avec une même phase sensiblement sur toute sa hauteur, de sorte qu'on peut, sans grande erreur, attribuer à chaque antenne, au moment de la production des oscillations, une phase unique.

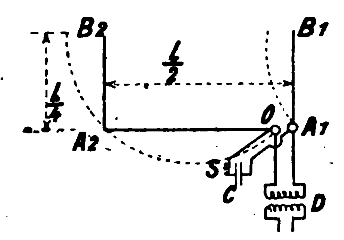


FIG. 1.

Si on établit entre les phases de deux antennes parallèles une différence égale à une période, moins la phase perdue pendant le temps que mettent les ondes à parcourir l'intervalle qui les sépare, les oscillations des dites antennes produiront des effets exactement concordants dans la direction de leur plan commun et, au contraire, qui se réduiront au minimum dans la direction perpendiculaire. Les directions des maxima et minima seraient inversées si la différence de phase indiquée ci-dessus était accrue ou diminué d'une demi-période. Tel est notre principe nouveau (analogue à celui des réseaux en optique).

Le cas d'application le plus intéressant de ce principe est celui de deux antennes distantes d'une demi-longueur d'onde et formant les deux extrémités d'un système oscillant correspondant à une longueur d'onde. Dans ce cas, l'effet maximum dans le plan des antennes égale le double de l'effet d'une antenne seule, et l'effet devient zéro dans le plan perpendiculaire. Plus généralement, il varie proportionnellement au cosinus de l'angle formé par la direction où on le mesure avec le plan commun des antennes.

Les figures 1 et 2 illustrent ce cas principal d'application.

La figure 1 représente un premier dispositif, dans lequel on emploie, pour produire des oscillations durables, un circuit local OSCA formé d'un condensateur C et d'une bobine de self induction S, reliés en série et se déchargeant par le déflagrateur à boules O. Le condensateur est chargé périodiquement par le circuit secondaire d'une bobine ou transformateur D, analogue aux appareils similaires généralement employés.

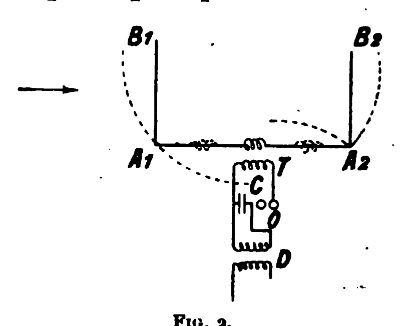


Fig. 2.

Les deux antennes verticales $A_1B_1$, $A_2B_2$ sont reliées aux deux boules de l'oscillateur, l'une directement, l'autre par l'intermédiaire d'un fil horizontal, de longueur égale à la demi-longueur d'onde des oscillations réalisées, et elles ont chacune une longueur égale au 1/4 de la même longueur d'onde L. Il est facile de voir que, dans ces conditions, les antennes seront le siège d'oscillations électriques différant d'une demi-période et dont les amplitudes (amplitudes des variations de potentiel en chaque point) sont représentées perpendiculairement à chaque fil par la distance du trait pointillé tracé à côté des fils. Il y aura des nœuds de potentiel aux extrémités inférieures des antennes et des ventres aux extrémités supérieures et au milieu du fil de jonction.

Ce dispositif fondamental est susceptible de diverses modifications. D'abord, on peut placer le déflagrateur et son circuit local non pas au pied d'une antenne, mais au milieu du fil horizontal, si l'on a soin de faire transmettre les oscillations du circuit local au système des antennes par un transformateur de façon à produire un ventre de potentiel au milieu du fil horizontal, ainsi que le montre la figure 2, dans laquelle les lettres ont conservé même signification et où T désigne en outre le transformateur. Celui-ci est analogue aux transformateurs à haute fréquence de Tesla, Thomson, Marconi, et formé de quelques tours de câbles isolés, primaire et secondaire enroulés sur un même cadre et plongés dans l'huile ou isolés de toute autre manière. Le nombre de spires au secondaire étant très faible n'intervient pas beaucoup dans la longueur totale du circuit des antennes, mais on peut en tenir compte en réduisant la hauteur de celles-ci de façon que la longueur totale représente toujours une demi-longueur d'onde.

Plus généralement, on peut modifier les dispositifs des figures 1

et 2 en donnant aux antennes des hauteurs quelconques inférieures au 1/4 de la longueur d'onde si l'on ajoute d'autre part, dans le fil horizontal, des spires enroulées représentant une longueur équivalente (longueur fictive équivalente tenant compte des effets de réactance dont les spires enroulées sont le siège) de façon que la longueur équivalente du système oscillant des antennes soit encore égale à la demi-longueur d'onde et présente deux ventres aux extrémités supérieures.

Ces bobines, ajoutées éventuellement, sont représentées en pointillé sur la figure 2 et remplaceront le trait plein qu'elles entourent.

Enfin, il n'est pas nécessaire, pour produire un effet cumulatif, que les antennes soient juste à une distance d'une demi-longueur d'onde entre elles ; seulement l'addition des effets ne se fait plus alors aussi complètement, à cause de la différence de phases qui s'introduit.

La figure 3 indique une autre variante dans laquelle le circuit secondaire, soumis aux oscillations électriques, n'est plus un circuit ouvert comme les précédents, mais un circuit fermé. On donne aux deux antennes $A_1B_1$, $A_2B_2$, des hauteurs encore voisines de 1/4 d'onde si on les réunit en haut et en bas par des fils horizontaux ayant aussi environ 1/4 d'onde. Le circuit fermé doit, dans tous les cas, avoir une longueur équivalente (en tenant compte des réactances et capacités) à une longueur d'onde, de façon à se mettre en résonnance avec les oscillations du circuit local semblable à celui de la figure 2. Les traits pointillés montrent la répartition des potentiels. Les oscillations des deux antennes différant en phase de 1/4 de période et leur distance étant de 1/4 d'onde, leurs effets s'ajoutent encore dans la direction du plan vertical qui les contient et s'annulent dans la direction perpendiculaire.

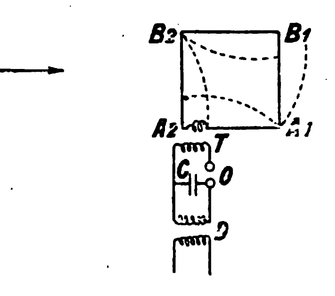


Fig. 3.

Enfin, la figure 4 indique un dispositif à 4 antennes en quinconce, formé de deux systèmes de deux antennes semblables à celui de la figure 1 et placés parallèlement l'un derrière l'autre à une distance égale à la demi-longueur d'onde commune des deux circuits locaux. La figure 4 est une

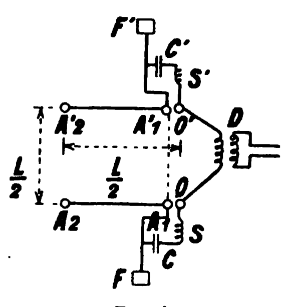


Fig. 4.

représentation en plan, de sorte que les antennes, dont la hauteur est environ 1/4 d'onde, sont figurées simplement par des points marqués A A. Les lettres ont la même signification que précédemment et F désigne des plaques de terre. Le circuit secondaire du transformateur D. fermé par la terre ou par une connexion directe $A_1A'_1$, indiquée en pointillé, charge simultanément les deux condensateurs C jusqu'à ce que des étincelles disruptives éclatent dans les déflagrateurs OO'. A partir de ce moment naissent dans les deux circuits locaux des oscillations qui sont synchrones s'ils ont été bien égalisés.

Les mêmes groupements d'antennes peuvent être utilisés pour la réception, comme le montrent par exemple les figures 5, 6, 7.

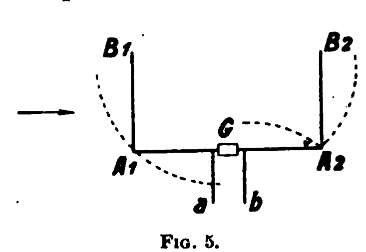


Fig. 5.

La première représente le montage le plus simple de deux antennes disposées comme celles de la figure 1, mais sans déflagrateur, et agissant synchroniquement sur un cohéreur placé au milieu du fil de jonction horizontal, lorsque le plan des antennes coïncide avec la direction de propagation. En effet, la longueur du système des antennes réunies étant prise par construction égale à la longueur d'onde, et la distance des deux antennes étant choisie égale à une demi-longueur d'onde, il en résulte que le système est en unisson avec les ondes et que, d'autre part, les actions de celles-ci sur les deux antennes sont concordantes et s'ajoutent. Au contraire, si on oriente le système des antennes réceptrices dans un plan perpendiculaire à celui des ondes, les deux antennes étant siège de forces électromotrices égales et synchrones, il ne se produit aucune oscillation ou du moins aucune oscillation notable.

Les fils *a* et *b* représentés sur la figure 6 mettent le cohéreur G en communication avec une pile, un relais et les appareils frappeur et récepteur, comme dans les postes ordinaires de télégraphie sans fils. Les traits pointillés représentent la répartition des amplitudes des potentiels oscillants le long des fils.

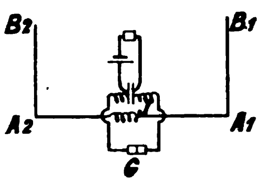


Fig. 6.

La figure 6 représente une disposition plus parfaite avec transformateur (jigger) intercalé sur le fil horizontal et dont le secondaire agit sur le cohéreur G. Ce circuit secondaire sera complété de la même manière que dans les systèmes de télégraphie syntonique de Marconi ou autre par une capacité réglable, en dérivation de

laquelle agit le circuit de la pile et du relais. On règle les longueurs du fil horizontal et de l'antenne de façon à tenir compte de la longueur équivalente du circuit primaire du jigger, de façon que la distance des antennes soit d'environ une demi-longueur d'onde et la longueur totale équivalente du circuit oscillant formé par les antennes égale à une longueur d'onde.

On transformerait de même le dispositif de la figure 3 en un dispositif récepteur en remplaçant le transformateur T et son circuit local par le jigger J et le circuit local indiqué sur la figure 6.

Ces dispositions d'antennes doubles réceptrices, tout comme celles des antennes génératrices, se distinguent de tous les systèmes de Marconi publiés jusqu'ici par l'espacement spécial des antennes et le choix de la longueur totale, en fonction de la longueur d'onde. Ces systèmes sont indépendants de toute prise de terre. Dans certains cas seulement, pour favoriser la production des nœuds de potentiel, on peut mettre les points où ils se produisent en communication avec la terre ou simplement avec de grandes masses métalliques isolées ou non.

En outre, ces systèmes d'antennes jouissent des propriétés curieuses de concentrer l'énergie dans certaines directions. A la réception ils peuvent, si on les rend mobiles autour d'un axe vertical, servir à déterminer la direction d'où viennent les ondes, ce qui est susceptible de très utiles applications sur les navires. En plaçant même deux antennes fixes sur un navire, il suffit de faire évoluer celui-ci et de noter les positions de maxima et de minima des signaux reçus pour connaître la direction d'où viennent ces signaux.

Pour cette dernière application, il n'est pas même nécessaire que les antennes et leurs distances soient choisies rigoureusement comme on vient de l'indiquer. Car un simple cadre coupé d'un côté par le cohéreur G et de l'autre par un condensateur C (*fig. 7*) peut suffire. On peut en accroître la sensibilité en donnant au condensateur une capacité convenable pour que le circuit ainsi formé corresponde à une demi-longueur d'onde, capacité comprise, en ajoutant au besoin des self induction en série.


Fig. 7.

Quelques essais qu'a bien voulu exécuter M. le capitaine Ferrié, pour vérifier par expérience les raisonnements ci-dessus et l'efficacité de ces dispositifs, ont confirmé mes prévisions, mais ils n'ont pu être étendus à des distances suffisantes pour que la vérification soit définitive. A petite distance, en effet, les effets parasites se font toujours sentir et empêchent l'extinction complète des signaux.

Il convient de remarquer, en terminant, que les dispositifs d'antennes doubles que j'ai décrits se prêtent à une sélection des signaux par syntonie plus parfaite que les antennes simples, car les ondes non accordées avec le système récepteur non seulement n'excitent pas la résonance de celui-ci, mais produisent dans les deux antennes des effets discordants.

En particulier, des ondulations dont la longueur d'onde serait la moitié de celle du système récepteur donneraient des forces électromotrices s'annulant réciproquement et ne pouvant impressionner le cohéreur.

Enfin il est intéressant de remarquer que la partie horizontale du système radiateur ne donne lieu théoriquement à aucun accroissement de l'amortissement, puisque l'image du fil horizontal par rapport à la surface de la terre, supposée conductrice, est un autre fil horizontal très voisin et que le rayonnement du couple de ces deux fils est nul. Mais ce n'est vrai qu'autant que la terre est suffisamment conductrice; sinon il se produit une perte d'énergie et par suite un amortissement supplémentaire.

---

## M. A. AURIC

Ingénieur des Ponts et Chaussées, à Valence

### NOTE SUR LA THERMODYNAMIQUE [536-7]

— *Séance du 8 août* —

Je partirai de la notion universellement admise que les corps sont constitués par de la matière en mouvement.

Les parties insécables de la matière *(atomes)* forment entre elles des systèmes distincts *(molécules)*, de même que l'ensemble du soleil et des planètes forme le système solaire.

L'ensemble des molécules de même nature constitue un corps, un milieu, de même que l'ensemble des étoiles, dont le système est analogue au système solaire, forme une partie déterminée de l'univers.

En poursuivant l'analogie que nous venons de signaler, d'ailleurs à titre de simple indication, on est conduit à admettre que les dis-

tances de ces molécules entre elles sont infiniment grandes par rapport aux dimensions de ces molécules et que leurs attractions mutuelles sont régies par la loi de la gravitation universelle, si heureusement dénommée loi de nature.

Par suite, les mouvements des atomes d'une même molécule doivent être régis exclusivement par leurs relations mutuelles, à cause de la petitesse des mouvements de leur molécule par rapport aux distances des autres molécules.

Ces mouvements atomiques doivent être très probablement analogues à ceux des planètes de notre système solaire ; abstraction faite de mouvements plus complexes, dus aux perturbations de toute nature, ils doivent se résoudre en mouvements de gyration autour d'eux-mêmes et de rotation autour de leur centre commun de gravité.

Ce centre de gravité de la molécule n'est d'ailleurs pas fixe dans l'espace ; soit par suite d'un mouvement originel, soit par suite de mouvements communiqués, il exécute des vibrations périodiques autour de sa position moyenne d'équilibre.

A une première approximation, on peut admettre que la force attractive exercée sur une molécule écartée de sa position d'équilibre est dirigée suivant le rayon vecteur et proportionnelle à la longueur de ce rayon vecteur ; il en résulte, d'après une théorie bien connue, que le centre de gravité de la molécule décrit une ellipse dont la position d'équilibre est le centre.

Ce sont ces mouvements moléculaires dont l'étude est du domaine de la physique, par opposition aux mouvements atomiques dont l'étude paraît appartenir exclusivement à la chimie.

Appelons :

$m$ la masse de la molécule ;
$a$. $b$ les demi-axes de l'ellipse décrite ;
$\tau$ la durée d'une vibration complète.

La demi-force vive moyenne moléculaire sera, ainsi qu'un calcul bien simple permet de l'établir :

$$\text{moy}\ \frac{1}{2}\, mv^2 = m\, \overline{\frac{2\pi^2}{\tau^2}}\, (a^2 + b^2)$$

C'est cette demi-force vive moyenne qui constitue la chaleur moléculaire ; elle se compose de trois facteurs :

1° La masse $m$ de la molécule qui est vraisemblablement proportionnelle au poids atomique du corps ou du milieu ;

2° Le facteur $\frac{\overline{2\pi}^2}{\tau^2}$ qui indique la rapidité du mouvement moléculaire et que nous appellerons la *hauteur calorifique* H;

3° Le facteur $(a^2 + b^2)$ qui indique l'amplitude du mouvement moléculaire et que nous appellerons *l'intensité calorifique* I.

La chaleur $q$ d'une molécule est donc donnée par la formule :

$$q = m\text{HI}$$

et pour un corps composé de molécules identiques ayant au total la masse M, on a :

$$\text{Q} = \text{MHI}$$

Il est essentiel de faire immédiatement une remarque :

Si l'on fait abstraction de la résistance du milieu éthéré au mouvement moléculaire, résistance qui doit être d'autant plus faible que la densité de l'éther est elle-même plus faible, ce mouvement sera permanent et ne pourra être modifié que par une cause extérieure, c'est-à-dire, soit par la création de résistances passives ou d'accélérations actives, soit par la présence d'un corps à une hauteur calorifique $\text{H}' \pm \text{H}$, car par un phénomène analogue à ceux d'influence, d'induction, de résonance, etc., les molécules voisines ont une tendance naturelle à vibrer synchroniquement, ce qui s'explique mathématiquement par la plus grande stabilité des vibrations synchrones.

Il est évident que la durée de la vibration finale sera une moyenne entre les durées respectives des deux vibrations initiales, ce qui constitue au fond un axiome analogue à celui de Clausius :

« On ne saurait élever la hauteur calorifique d'un corps par « l'approche d'un corps à une hauteur moindre. »

La hauteur calorifique H est une variable essentiellement indépendante; les actions moléculaires étant en effet au total des valeurs moyennes d'intégrales durant une période, peu importe que le mouvement vibratoire soit plus ou moins rapide; cela ne change en rien les actions moléculaires, qui restent les mêmes, toutes choses égales d'ailleurs, quelles que soient les variations de H.

Au contraire, ces actions moléculaires dépendent essentiellement de l'intensité calorifique I, car il est évident que les variations d'amplitude de la vibration modifient les distances mutuelles moyennes des molécules entre elles et, par conséquent, les actions attractives qui en résultent.

Réciproquement, l'intensité calorifique dépend des actions molécu-

laires, ce qui revient à dire que la chaleur moléculaire peut être modifiée par l'exercice d'un *travail* positif ou négatif, qui changerait les distances mutuelles des molécules; c'est ce qui constitue au fond l'axiome de la possibilité de transformer le travail en chaleur et réciproquement.

Soit un milieu indéfini composé de molécules identiques; nous le supposons indéfini pour faire disparaître les effets irréguliers dus aux parois limites.

Considérons la *pression p* qui s'exerce par unité de surface sur l'élément $d\omega$ (*fig. 1*).

On appelle ainsi la résultante, ramenée à l'unité de surface, des actions qui s'exercent entre toutes les molécules M, M′ placées de telle sorte que la droite MM′ coupe l'élément $d\omega$.

Le nombre des molécules situées à une distance R de M et à l'intérieur de l'angle solide SMT est évidemment proportionnel à $R^2$ et, comme chacune d'elles exerce une action attractive inversement proportionnelle à $\frac{1}{R^2}$, il en résulte que l'action totale est proportionnelle au nombre des molécules rencontrées par la direction moyenne MM′, c'est-à-dire à la densité linéaire du milieu.

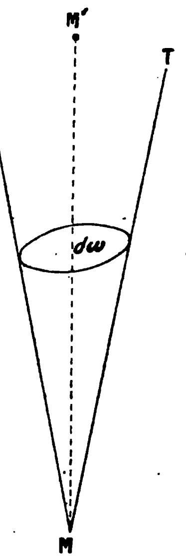


Fig. 1.

La pression sur $d\omega$ qui est la résultante totale de toutes ces actions élémentaires, sera dès lors proportionnelle à la densité cubique du milieu.

En d'autres termes, si $v$ est le volume de l'unité de masse, on aura :

$$pv = K_1$$

$K_1$ étant vraisemblablement proportionnel au carré du poids atomique du corps considéré et dépendant du mode d'assemblage des molécules, comme aussi de l'intensité calorifique I que nous avons supposée constante.

C'est l'énoncé de la loi de Mariotte qui, en théorie, est rigoureusement exacte.

Considérons maintenant les variations d'amplitude des mouvements moléculaires; il serait facile d'établir par le calcul la loi qui régit les variations de la pression en fonction de celles de l'intensité I.

Lorsque le milieu est *polarisé*, c'est-à-dire, lorsque les plans des mouvements moléculaires sont orientés parallèlement et qu'en outre il n'existe pas de différence de phase dans ces mouvements rapportés à leurs axes respectifs, une variation de I n'entraîne aucune variation dans les distances mutuelles des molécules, car ces distances restent égales et parallèles ; dans ce cas spécial $K_1$ est indépendant de I.

Dans le cas général, lorsque les plans des mouvements moléculaires ont une orientation quelconque et qu'il existe, en outre, une différence de phase, les actions moléculaires changent avec les variations de I; le calcul serait long et compliqué, mais sans présenter de difficultés spéciales.

Pour le but que nous avons en vue, il nous suffira d'admettre que le produit $pv$ est une fonction continue de I qui peut dès lors être développée au moyen de la formule de Maclaurin :

$$pv = K_2 (1 + \alpha I + \beta I^2 + \ldots..)$$

En pratique, les variations comme les valeurs absolues de I étant très faibles, il suffira de conserver le 2e terme et d'écrire :

$$pv = K_2 (1 + \alpha I)$$

ou en mettant en évidence le poids atomique $n$ du milieu

$$pv = K n^2 (1 + \alpha I)$$

C'est l'énoncé de la loi de Gay-Lussac qui, à l'encontre de la loi de Mariotte, ne constitue évidemment qu'une simple approximation.

Le coefficient K devient ainsi une nouvelle variable indépendante, mais liée à la hauteur calorifique H par *l'équation caractéristique* du milieu

$$\varphi (K, H) = \varphi \left( \frac{pv}{n^2 (1 + \alpha I)}, H \right) = 0$$

On peut trouver étrange que la loi de Mariotte soit applicable, théoriquement, à tous les corps, alors que l'expérience semble le démentir surtout pour les solides et liquides.

En ce qui concerne les gaz, la loi de Mariotte est à peu près vérifiée et c'est seulement l'influence des parois ou les changements dans le groupement moléculaire qui en faussent les résultats.

En ce qui concerne les liquides et solides, il convient de remarquer que ces corps sont soumis à une pression initiale très considérable, de sorte que les changements de pression auxquels on les soumet

sont relativement très faibles et ne peuvent produire qu'un changement relatif très faible dans le volume de l'unité de masse.

Considérons l'unité de masse d'un milieu et communiquons-lui une énergie égale à $d$E. Celle-ci sera employée :

1° A produire un travail extérieur, lequel est égal à $p\,dv$ comme il est facile de l'établir;

2° A augmenter la chaleur moléculaire I H du corps considéré;

3° A augmenter la chaleur atomique.

Laissons provisoirement de côté ce troisième élément; nous aurons

$$dE = pdv + d\,(IH)$$

c'est là l'énoncé du principe de l'équivalence.

Considérons le cas où $dE = o$; c'est ce qu'on appelle une transformation *adiabatique*; le corps ne reçoit aucun travail extérieur; il n'est mis en communication, ni avec un corps ayant une hauteur plus élevée, ni avec un corps ayant une hauteur moindre; c'est simplement la variation de pression qui produit un changement d'intensité calorifique; dès lors, d'après la remarque faite précédemment, H doit rester constant et l'on aura $dH = o$

d'où $$dE = o = pdv + HdI = Kn^2\,(1 + \alpha\,I)\,\frac{dv}{v} + HdI.$$

Cette expression devient intégrable en la multipliant par

$$\frac{1}{1 + \alpha\,I}$$

car on a alors

$$o = Kn^2\,\frac{dv}{v} + \frac{HdI}{1 + \alpha\,I}$$

ou $$v^{Kn^2}\,(1 + \alpha\,I)^{\frac{H}{\alpha}} = c^{te}$$

Telle est la solution de l'équation différentielle $dE = o$.

Comme nous connaissons déjà un facteur d'intégrabilité de l'expression $d$E, ils seront tous donnés par la formule générale

$$\frac{1}{1 + \alpha\,I}\,F\left\{v^{Kn^2}\,(1 + \alpha\,I)^{\frac{H}{\alpha}}\right\}$$

en d'autres termes l'expression

$$\frac{dE}{1 + \alpha I} F \left\{ v^{Kn^2} (1 + \alpha I)^{\frac{H}{\alpha}} \right\}$$

sera une différentielle exacte et cela quelle que soit la hauteur H.

C'est la généralisation du principe de Carnot-Clausius.

Si dans l'équation

$$v^{Kn^2} (1 + \alpha I)^{\frac{H}{\alpha}} = c^{te}$$

nous remplaçons le binôme $1 + \alpha I$ par sa valeur $\frac{pv}{Kn^2}$ il vient

$$v^{Kn^2} \left(\frac{pv}{Kn^2}\right)^{\frac{H}{\alpha}} = c^{te}$$

C'est l'énoncé de la formule de Laplace donnant la compression ou la détente adiabatique d'un corps quelconque.

Si dans la transformation

$$dE = p\, dv + d\,(I\, H)$$

nous voulons que toute la force vive communiquée soit transformée en travail, il faudra que

$$d\,(I\, H) = O \qquad I\, H = C^{te}$$

La transformation est appelée dans ce cas *isothermique*; elle ne peut être obtenue que si la source de chaleur avec laquelle le corps est mis en communication possède une quantité de chaleur infiniment grande par rapport à celle du corps et à la même hauteur que cette dernière; c'est, par exemple, le cas d'une enceinte qui cède la quantité de chaleur nécessaire au travail sans que le corps y contribue d'une manière appréciable.

Nous avons alors $\quad I\, H = C^{te}$

et la loi de Gay-Lussac devient :

$$pv = K\, n^2 \left(1 + \frac{\alpha\, C}{I}\right)$$

En résumé nous estimons que, comme pour les phénomènes acoustiques, optiques et électriques, où la durée de la vibration est nettement distinguée de l'amplitude de celle-ci, il convient de faire une distinction semblable dans les phénomènes thermiques et magnétiques et qu'il y a lieu de dédoubler en quelque sorte les notions

généralement connues sous le nom de température et de moment magnétique, en faisant intervenir les notions plus précises de durée et d'amplitude des vibrations élémentaires qui leur donnent naissance.

---


## M. A. AURIC

Ingénieur des Ponts et Chaussées, à Valence


### NOTE SUR LES DIVERS ÉTATS DES CORPS

— *Séance du 8 août* —

On admet généralement que les corps peuvent se présenter sous trois états différents : solide, liquide et gazeux.

Quelques auteurs ont également mentionné un quatrième état (ultra-gazeux ou radiant), mais les définitions données, tant pour ce dernier état que pour les trois premiers, paraissent manquer complètement de précision, et cela parce qu'elles reposent implicitement sur l'aspect physique des corps, lequel dépend essentiellement des conditions extérieures — pression, chaleur, etc. — auxquelles les corps sont soumis.

Il paraît désirable de faire reposer cette classification sur une donnée plus rigoureuse et c'est dans ce but que nous avons eu la pensée de définir l'état d'un corps d'après la nature des vibrations (longitudinales ou transversales) qu'il est susceptible de propager.

Nous avons été amené à reconnaître ainsi qu'il n'y a pas de différence essentielle entre les corps solides et les corps liquides ; mais, par contre, qu'il est nécessaire d'introduire un état intermédiaire (vapeurs) entre les solides-liquides et les gaz, et enfin que l'état radiant ou éthéré correspond bien à une propriété caractéristique quant au mode de propagation des vibrations.

Notre classification serait donc la suivante :

1° Solides-liquides ;

2° Vapeurs ;

3° Gaz ;

4° Ultra-gaz,

et la chaîne de transition entre ces divers états serait :

Solide parfait ou plein parfait, solide ordinaire, corps mous, liquide ordinaire, liquide parfait, vapeur, gaz, ultra-gaz, éther parfait ou vide parfait.

Considérons un corps homogène et isotrope.

Appelons E son coefficient d'élasticité.

Si la force $d$P produit sur l'élément de longueur $l$ la déformation proportionnelle $\frac{dl}{l}$ par définition, on a

$$E\frac{dl}{l} = dP.$$

Si nous appelons P la force initiale absolue dont $d$P représente la variation, il est naturel de poser

$$\frac{dl}{l} = K\frac{dP}{P}$$

K étant alors un coefficient numérique qui ne dépend que de la constitution du milieu (poids atomique des molécules, disposition mutuelle de celles-ci, etc.).

Des deux relations ci-dessus on tire :

$$E = \frac{1}{K}P$$

c'est-à-dire que le coefficient d'élasticité est proportionnel à la pression absolue.

Nous allons introduire un nouveau coefficient $\sigma$ qui représente le rapport de la contraction latérale à l'allongement produit par une force; ce coefficient n'a évidemment de sens que pour les corps solides, mais son introduction dans les calculs aura l'avantage de nous permettre d'établir d'une manière simple les formules fondamentales de la théorie de l'élasticité et d'en déduire des conséquences intéressantes.

Appelons $dP_x$, $dP_y$, $dP_z$ les composantes, suivant les axes de coordonnées, d'une variation de force $d$P; appelons également $\theta_x$, $\theta_y$, $\theta_z$, les déformations linéaires proportionnelles suivant ces mêmes axes.

Par définition, $dP_x$ produira un allongement égal à $E\theta_x$ suivant l'axe des $x$, et une contraction égale à $-\sigma E\theta_x$, suivant chacun des axes des $y$ et des $z$.

On aura dès lors :

$$\theta_x = \frac{1}{E} \left\{ dP_x - \sigma (dP_y + dP_z) \right\}$$

$$\theta_y = \frac{1}{E} \left\{ dP_y - \sigma (dP_z + dP_x) \right\}$$

$$\theta_z = \frac{1}{E} \left\{ dP_z - \sigma (dP_x + dP_y) \right\}$$

Appelons $\theta$ la déformation cubique proportionnelle

$$\theta = \theta_x + \theta_y + \theta_z$$

il viendra

$$\theta = \frac{1}{E} (1 - 2\sigma) (dP_x + dP_y + dP_z)$$

d'où en remplaçant dans les équations ci-dessus

$$\frac{E\,\theta_x}{\sigma} = \frac{dP_x}{\sigma} - dP_y - dP_z - dP_x + dP_x$$

$$= dP_x \left(1 + \frac{1}{\sigma}\right) - \frac{\theta E}{1 - 2\sigma}$$

d'où

$$dP_x = \frac{E\sigma}{(1 + \sigma)(1 - 2\sigma)} \theta + \frac{E}{1 + \sigma} \theta_x$$

ou bien

$$dP_x = \lambda \theta + 2\mu \theta_x$$

avec

$$\lambda = \frac{E\sigma}{(1 + \sigma)(1 - 2\sigma)} \qquad 2\mu = \frac{E}{1 + \sigma}$$

Telles sont les formules fondamentales que nous voulions établir.
Nous y joindrons les deux suivantes :
Si nous supposons

$$dP_x = dP_y = dP_z = \frac{dP}{3}$$

nous aurons :

$$\theta = \frac{1}{E} (1 - 2\sigma) \times \frac{dP}{3}$$

d'où

$$\frac{3E}{1 - 2\sigma} \theta = dP$$

L'expression $\frac{3E}{1 - 2\sigma}$ représente le coefficient de compressibilité $c$; il est égal au quotient de la variation de force par la déformation cubique proportionnelle.

En tenant compte des équations précédentes, nous aurons également :

$$\lambda + 2\mu = \frac{E}{1+\sigma}\left(\frac{\sigma}{1-2\sigma} + 1\right) = \frac{E(1-\sigma)}{(1+\sigma)(1-2\sigma)}$$

Ces deux relations nous seront utiles dans la suite.

Nous rappellerons qu'un milieu homogène et isotrope est en général susceptible de propager des vibrations longitudinales et transversales, les premières avec la vitesse

$$\sqrt{\frac{\lambda+2\mu}{\rho}}$$

et les deuxièmes avec la vitesse

$$\sqrt{\frac{\mu}{\rho}}$$

$\rho$ étant la densité du milieu, c'est-à-dire une quantité toujours positive.

Il résulte de la forme de ces expressions que les vitesses ne seront réelles, c'est-à-dire les vibrations réellement propageables, que si l'on a respectivement

$$\lambda + 2\mu > 0$$
$$\mu > 0$$

Ceci admis, portons les valeurs de $\sigma$ en abscisses et les valeurs de $\lambda + 2\mu$ et de $\mu$ en ordonnées, nous obtenons deux courbes qui, à un facteur numérique près, représentent le carré des vitesses de propagation des vibrations (*fig. 1*).

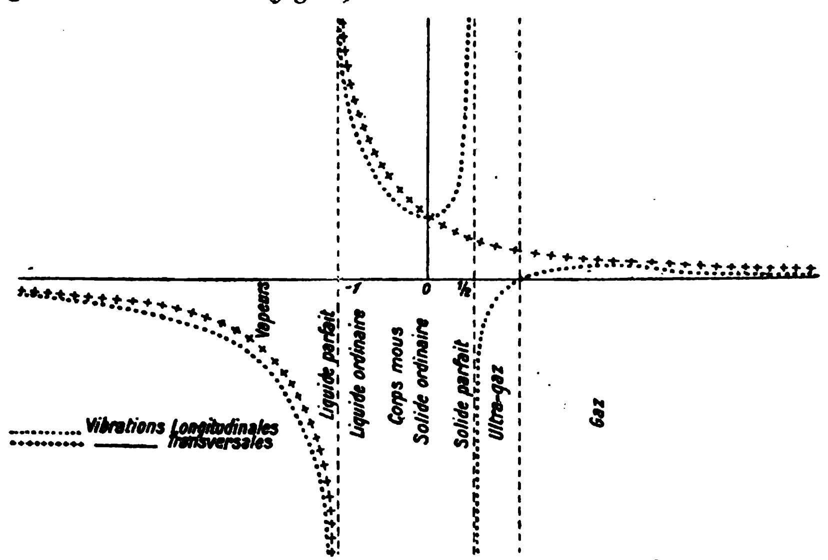



FIG. 1. — Valeurs de $\lambda + 2\mu$ et de $\mu$ en fonction de $\sigma$.

De $-\infty$ à $-1$, les ordonnées des deux courbes sont négatives; donc, pour les corps qui correspondent à ces valeurs de $\sigma$, aucune vibration n'est propageable.

De $-1$ à $+\frac{1}{2}$, comme de $+1$ à $+x$, les ordonnées des deux courbes sont positives; donc, les corps correspondants peuvent propager les deux sortes de vibrations.

Enfin, de $+\frac{1}{2}$ à $+1$, l'une des deux ordonnées est positive et l'autre négative; donc, les corps correspondants peuvent propager les vibrations transversales, mais non les vibrations longitudinales.

Nous obtenons ainsi quatre régions qui doivent correspondre à des états distincts des corps et qu'il convient de définir plus rigoureusement en faisant appel à d'autres considérations.

Pour cela, nous considérerons le coefficient de compressibilité

$$c = \frac{3\,E}{1 - 2\sigma}$$

Pour un corps indéformable, ce coefficient doit être infini; or, l'indéformabilité étant la caractéristique du solide parfait, cet état doit correspondre à l'abscisse $\sigma = \frac{1}{2}$.

Pour un corps indéfiniment déformable, ce coefficient doit être nul; or, il doit en être ainsi pour les vapeurs et les gaz à un certain degré de ténuité, lequel état correspond dès lors aux abscisses

$$\sigma = \pm \infty$$

Nous avons dit que l'état de ténuité ne doit pas dépasser une certaine limite au-delà de laquelle les valeurs absolues des actions mutuelles étant très faibles, leurs variations, si faibles qu'elles soient, deviennent comparables à ces valeurs absolues et les définitions admises ne sont plus applicables.

C'est à cette circonstance qu'il convient de rattacher l'état ultragazeux dont la limite — le vide parfait — est en théorie aussi indéformable que le plein parfait.

Considérons en second lieu le coefficient $\mu$ : il représente ce qu'on appelle le glissement, ou distorsion en d'autres termes, les altérations des angles droits avant la déformation.

Dire que $\mu$ est infini, c'est dire qu'un effort infiniment faible peut produire une distorsion appréciable ou, ce qui revient au même, que

le glissement est négligeable; cet état semble correspondre à celui du liquide parfait qui, dès lors, doit être obtenu lorsque $\sigma = -1$, car alors $\mu$ est en effet infini.

Réciproquement, les gaz et les vapeurs qui présentent une résistance presque nulle, quant à la compressibilité, doivent présenter des résistances au glissement des molécules de plus en plus grandes.

Ayant l'emplacement des solides et des liquides parfaits et des notions sur les vibrations que les gaz et les vapeurs peuvent propager, nous pouvons compléter notre figure par les énonciations que nous y avons ajoutées.

Nous y voyons que les solides, les liquides et les gaz peuvent propager les deux sortes de vibrations, mais que les ultra-gaz ne peuvent propager que les ondes transversales, lumineuses ou calorifiques par exemple.

Ce résultat est de tous points conforme aux expériences et aux constatations.

Par contre, les vapeurs ne peuvent propager aucune vibration et les expériences suggestives et caractéristiques de Tyndall viennent corroborer cette conclusion.

---

## M. Ch.-Ed. GUILLAUME

Directeur-adjoint du Bureau international des Poids et Mesures,
Pavillon de Breteuil, à Sèvres

### SUR LA VARIATION DU MODULE D'ÉLASTICITÉ DU FER AUX TEMPÉRATURES ÉLEVÉES

*— Séance du 8 août —*

Je désire traiter avec quelque détail, dans cette note, une question déjà effleurée dans une communication faite récemment à l'Académie des Sciences et au sujet de laquelle une brève indication a été donnée à la fin d'un article consacré, dans la *Revue générale des Sciences*, à la théorie des aciers au nickel.

En mettant en parallèle toutes les anomalies si singulières que présentent ces alliages, en montrant leur évidente parenté, en établissant une complète analogie entre les propriétés réversibles ou irréversibles qu'ils possèdent suivant leur teneur, je crois avoir

démontré, d'une façon irréfutable, que toutes ces anomalies sont dues uniquement au fait que les transformations du fer, s'opérant à des températures élevées dans le métal pur, sont ramenées, par la présence du nickel, à des températures beaucoup plus basses et sont de plus considérablement déformées.

On a étudié jusqu'ici, dans le fer pur, essentiellement les variations des propriétés magnétiques, celles du volume et les dégagements de chaleur distincts des phénomènes dus seulement à l'existence de la chaleur spécifique et qui sont l'indice des transformations moléculaires. Ces transformations sont dans le fer, au nombre de deux au moins, séparant les trois états du fer caractérisés par M. Osmond et désignés par lui sous le nom de fer $\alpha$, $\beta$ ou $\gamma$. Le passage du fer $\alpha$ au fer $\beta$ s'opère graduellement et s'achève vers 755°, température à laquelle le magnétisme subit une chute très rapide. Le second passage est beaucoup plus brusque; il se produit vers 890° et s'accompagne d'une diminution du volume, qui reprend ensuite sa marche ascendante. C'est seulement à l'état $\gamma$ que le fer devient faiblement magnétique, dans le sens donné par M. Curie à cette expression. A partir de cette seconde transformation, la susceptibilité magnétique est, en effet, indépendante du champ et inversement proportionnelle à la température absolue.

Lorsqu'on ajoute progressivement du nickel au fer, on voit, ainsi que l'a montré M. Osmond, les deux transformations se rapprocher et finir par se confondre sensiblement en une seule. Ainsi, l'alliage devient fortement magnétique au refroidissement en même temps que ses autres changement commencent à présenter un caractère anomal.

J'ai consacré de longues recherches à l'étude de deux de ces changements, celui du volume et celui du module d'élasticité. Tous deux sont anomaux, en ce sens que, dans les transformations réversibles ou irréversibles, le volume de l'alliage augmente virtuellement ou réellement lorsqu'il se refroidit, tandis que le module d'élasticité diminue considérablement dans tout le passage, à température descendante, par la région de transformation.

La variation brusque et de sens anomal du volume du fer, rappelée plus haut, est bien connue. Sa mesure, bien que délicate, n'a pas présenté de grosses difficultés, et on en connaît bien la valeur, grâce surtout aux travaux de M. H. Le Chatelier et de MM. Charpy et Grenet. J'ai démontré que toutes les anomalies de dilatation des aciers au nickel s'expliquent, si l'on admet que le fer $\gamma$ transporte toutes ses propriétés jusqu'au seuil de la transformation, et retrouve,

au cours de cette dernière, le volume qu'il aurait dû prendre conformément aux indications numériques tirées de cette hypothèse.

On est moins renseigné sur le module d'élasticité. La raison en est facile à saisir : à la température de sa transformation supérieure, le fer est extrêmement mou, et les moindres déformations qu'on lui fait subir peuvent devenir en partie permanentes. De plus, aux températures élevées, l'uniformité est très difficile à réaliser, et c'est seulement en s'entourant de grandes précautions que l'on peut être certain d'obtenir une suffisante égalité de température sur les deux faces du barreau en expérience. Alors les dilatations peuvent intervenir pour une forte part dans les flexions observées, et on aura à en tenir compte d'autant plus que les variations du volume avec la température y sont extrêmement rapides et que le dégagement ou l'absorption de chaleur par la transformation faussent complètement la notion même de conductibilité thermique.

C'est pour ces multiples raisons qu'on ne pouvait en aucune façon considérer comme concluante une expérience, d'ailleurs très rapide de M. Howe, dans laquelle il avait observé, pendant la chauffe, un raidissement subit d'une barre, bientôt suivi du retour à la flexion primitive et de laquelle il avait pensé pouvoir déduire l'existence d'une sorte de sommet brusque dans la courbe du module d'élasticité, exprimé en fonction de la température. Il semblait beaucoup plus naturel, en effet, d'expliquer cette expérience par le fait d'une transformation s'opérant successivement sur les deux faces, la variation du volume moléculaire étant une raison suffisante pour le redressement de la barre.

Mais l'étude des aciers au nickel a montré, comme il a été dit plus haut, que toutes les anomalies présentées par les variations de leur volume peuvent être rapportées aux variations de même nature du fer, considéré comme dilué dans le nickel. On sera donc fondé à penser que les anomalies de variation du module auront la même origine et devront être cherchées dans les changements éprouvés par le fer.

On en conclura que le fer éprouve, au cours de l'une de ses transformations, un changement du module, de sens contraire à celui qui accompagne le changement de la température dans tous les métaux ou alliages étudiés jusqu'ici. Une seule hésitation pourra demeurer, concernant celle des deux transformations qu'accompagne ce changement du module. Mais cette hésitation sera de courte durée.

Comme toutes les manifestations de l'élasticité dans les corps

peuvent généralement être attribuées à des variations de la distance des molécules, on devra s'attendre à trouver des variations considérables du module là seulement où le volume éprouve une variation importante. C'est donc dans le passage du fer $\beta$ au fer $\gamma$ que la rigidité du fer doit augmenter brusquement.

Les changements de volume du fer et ceux de son module seront donc représentés par deux courbes d'allure symétrique, telles que celles de la figure 1.

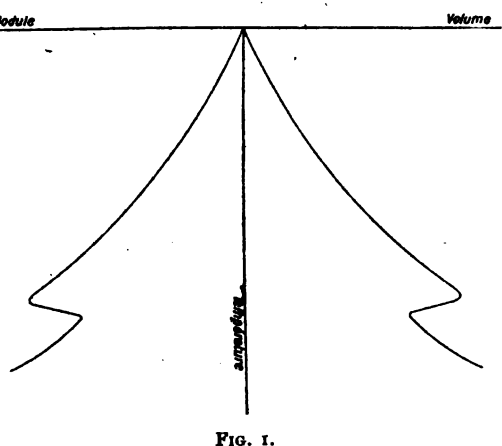



Fig. 1.

En retournant à l'expérience de M. Howe, on verra aisément qu'on pouvait avoir de justes raisons de n'en interpréter qu'avec beaucoup de circonspection l'intéressant résultat. En effet, si nos déductions sont exactes, on ne devrait pas observer, dans la chauffe d'une barre de fer, un raidissement suivi immédiatement d'un retour au module primitif. Et, s'il en était ainsi, il serait inadmissible que les transformations, transportées aux températures ordinaires, pussent se traduire par une longue période de changement anomal du module. Il est donc extrêmement probable que les causes de trouble indiquées plus haut ont agi pour fausser l'observation de M. Howe et lui enlever le sens qu'il avait pensé pouvoir lui donner.

Je ne saurais me dispenser de répéter ici une conclusion d'ordre plus général, présentée déjà à l'occasion d'un précédent travail : c'est que l'étude des propriétés des alliages du fer avec un corps abaissant la température de ses transformations de manière à les rendre très facilement accessibles à l'expérience permettent souvent de tirer, relativement au fer pur, des conclusions plus exactes et plus délicates que celles auxquelles conduit son étude directe, à moins de s'entourer d'un ensemble de précautions qu'il n'est pas toujours facile de réaliser.

## M. A. TURPAIN

Professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Poitiers

### LES PHÉNOMÈNES D'ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE OBSERVÉS AU MOYEN DU COHÉREUR

— *Séance du 8 août* —

Nous nous sommes proposé, tout en continuant l'observation des orages par le cohéreur, d'appliquer ce délicat appareil à l'étude du potentiel en un point de l'atmosphère. Nous exposerons successivement les progrès que nous avons fait subir à nos dispositifs d'observation des orages et comment nous avons appliqué le cohéreur à l'étude du potentiel de l'air.

I. *Observation des orages.* — Les dispositifs qui nous ont servi en 1902 à Saint-Émilion pour déceler les orages dès leur production dans le golfe de Gascogne (*) ont été utilisés, après avoir subi plusieurs perfectionnements, à l'observation des orages faite à l'observatoire du Puy-de-Dôme. Comme l'an dernier, M. O. Rochefort a bien voulu mettre gracieusement à notre disposition les récepteurs de télégraphie sans fil et relais que nous utilisons. M. Brunhes, l'aimable directeur de l'Observatoire météorologique du Puy-de-Dôme, a non seulement offert une large hospitalité à nos appareils, mais il a encore très bienveillamment mis à notre disposition les ressources de son observatoire et celles de son laboratoire.

Nous avons dû consacrer les quelques jours que nous avons passés au sommet du Puy-de-Dôme à l'installation des dispositifs qui ont été laissés aux bons soins de M. David, météorologiste à l'observatoire de la montagne. Malgré ses nombreuses occupations, M. David a non seulement utilisé les dispositifs à observer, d'une manière des plus suivies les orages, mais il a bien voulu faire à leur aide un grand nombre d'observations intéressantes. Ces observations, ainsi que les détails du dispositif établi au Puy-de-Dôme, feront l'objet d'une communication spéciale. Nous nous bornerons ici à indiquer

(*) *La prévision des orages au moyen du cohéreur.* — Congrès de Montauban, 1902 (2e partie, p. 378).

les perfectionnements que nous avons apportés à nos dispositifs antérieurs et nous nous étendrons surtout sur l'application que nous avons faite des propriétés que présentent les associations de cohéreur dans le but de suivre la marche des météores.

Comme dans la campagne de l'année précédente, le cohéreur, en actionnant le relais sous l'influence d'une émission d'ondes d'origine atmosphérique, met en mouvement, par l'intermédiaire d'un électro-aimant, une plume d'inscripteur qui, disposée parallèlement à celle d'un baromètre enregistreur Richard, permet l'inscription de chaque décharge atmosphérique sur la bande même du baromètre, au-dessous de l'indication de la pression à cet instant. Quand les décharges se succèdent à intervalles très rapprochés, leurs tracés se confondent par suite de la lenteur avec laquelle tourne le cylindre enregistreur. On peut mettre alors le relais en communication avec un électro-aimant inscripteur dont la plume tracera les décharges sur la bande d'un anémomètre qui se déroule d'un mouvement bien plus rapide.

Dans le but de suivre les déplacements mêmes de l'orage, nous avons songé à employé une série de cohéreurs associés et choisis de sensibilités différentes. L'utilisation d'une telle association nécessite tout d'abord une étude préalable complète du fonctionnement de cohéreurs voisins et associés. On pouvait craindre que les cohéreurs influent les uns sur les autres, que leur ordre de sensibilité, lorsqu'ils sont associés, ne soit plus le même que celui qu'ils présentent lorsqu'ils sont employés isolément et successivement. Il fallait enfin trouver un moyen commode et rapide de déterminer les sensibilités relatives des cohéreurs associés, afin de pouvoir traduire les observations de ces cohéreurs relativement au déplacement probable de l'orage. Ce moyen doit être rapide, afin de permettre le remplacement éventuel d'un ou de plusieurs cohéreurs mis hors d'usage par une décharge trop violente.

Nous avons résumé dans une communication précédente (*), les résultats auxquels nous a conduit l'étude des cohéreurs associés. Nous appliquons ces résultats de la manière suivante.

Ayant déterminé l'ordre de sensibilité de six cohéreurs associés en dérivation, nous pensions pouvoir nous rendre compte du nombre de ces cohéreurs, qui se trouvent cohérés après une décharge d'origine atmosphérique, d'après la valeur de l'intensité du courant qui parcourt un galvanomètre sensible, établi dans le circuit comprenant les six cohéreurs en dérivation. Le circuit se trouvait alors comprendre

(*) *Sur le fonctionnement de cohéreurs associés.* — Congrès d'Angers, août 1903.

les six cohéreurs en dérivation, dont les six électrodes d'un côté se trouvaient réunies d'une part à l'antenne et d'autre part à un rhéostat de résistance variable ($R = 8000^{\omega}$), à la suite duquel se place le galvanomètre sensible dont la seconde borne est reliée aux six électrodes restées libres des cohéreurs.

Dans ces conditions, l'intensité du courant qui circule dans le galvanomètre, lorsqu'un seul cohéreur est cohéré, ne diffère pas sensiblement de celle qui parcourt le galvanomètre lorsque les six cohéreurs sont cohérés. Cela tient à ce que la résistance d'un cohéreur cohéré est pratiquement négligeable par rapport à la résistance de réglage R de $8000^{\omega}$. — On eût donc été astreint à établir, dans chacune des six dérivations comprenant un cohéreur, une résistance de réglage de $8000^{\omega}$ environ. — Cela nécessite 6 rhéostats de 8 à $10000^{\omega}$ chacun et complique le dispositif en le rendant assez coûteux. — Nous avons préféré ne nous servir que d'un seul rhéostat, successivement mis en circuit avec chacun des six cohéreurs. — Les cohéreurs sont alors disposés de manière à n'être en général cohérés par la décharge atmosphérique qu'en circuit ouvert. Cela diminue beaucoup leur sensibilité, ce qui est un avantage, étant donné que les cohéreurs à limaille sont, en général, plutôt trop sensibles pour l'observation des orages que pas assez sensibles.

Un contact tournant met alors successivement en circuit les 6 cohéreurs utilisés. L'état de conduction que présentent les cohéreurs peut être connu par la valeur de l'intensité du courant qui parcourt chaque fois le galvanomètre. Cette valeur est enregistrée photographiquement par les déplacements du spot lumineux dû au miroir du galvanomètre sur une bande de papier sensible qui se déroule d'un mouvement continu.

Lorsque chaque cohéreur a été alors interrogé par le passage du contact tournant, on doit produire la décohésion des cohéreurs afin d'être assuré que la cohésion relevée au cours d'une nouvelle consultation des cohéreurs est bien due à l'action d'une nouvelle décharge atmosphérique. — Non seulement on doit assurer l'efficacité de cette décohésion, mais il est essentiel d'être renseigné, au moment où l'on va relever à nouveau l'état électrique des cohéreurs, sur leur conduction et d'être assuré qu'ils ont bien été décohérés; sans quoi, les cohésions relevées pourraient être attribuées à l'effet de décharges antérieures. — Il arrive en effet fréquemment que des décharges atmosphériques cohèrent assez fortement des cohéreurs pour que la frappe, même énergique, se montre impuissante à produire la décohésion. Il est essentiel d'être averti du moment où ce phénomène se

produit, moment à partir duquel le dispositif cesse de fournir des indications certaines.

La figure 1 montre par quel mécanisme simple le dispositif imaginé peut fournir les divers renseignements en question.

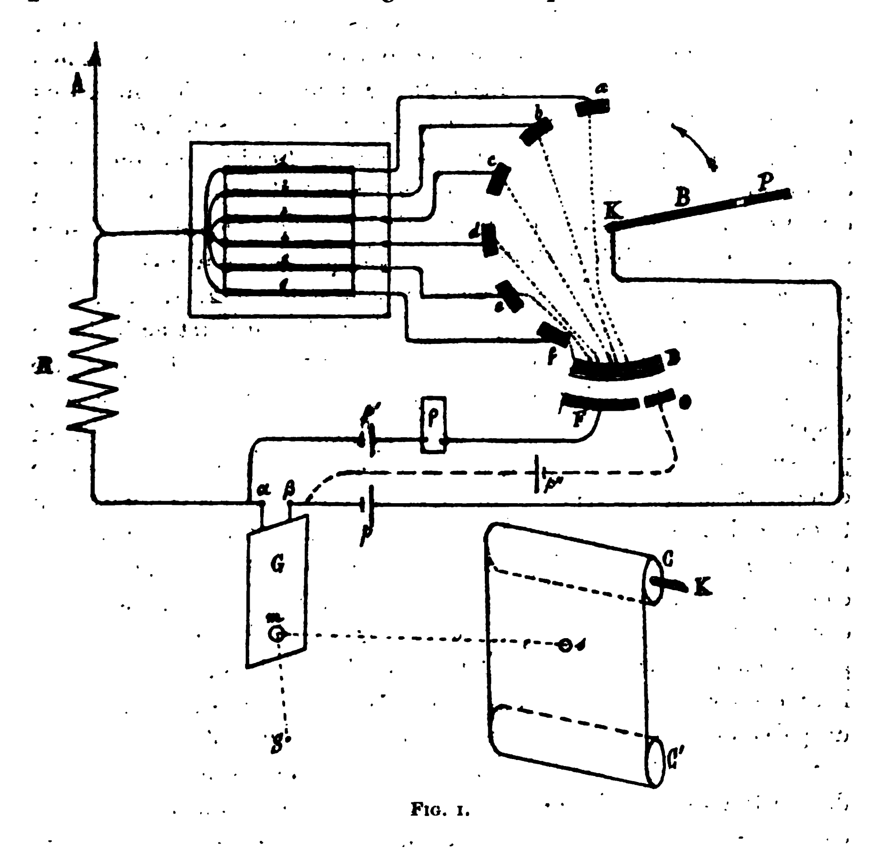



Fig. 1.

Le galvanomètre utilisé G est du type Chauvin et Arnoux; il est très sensible et peut assez aisément donner le $\frac{5}{1000}$ de microampère. Ce galvanomètre est enfermé dans une chambre noire ainsi qu'un dévidoir à papier sensible formé de deux cylindres parallèles à axes horizontaux C, C′ mus par un mouvement d'horlogerie et qui permettent de faire passer une bande de papier imprégné de bromure d'argent de l'un des cylindre sur l'autre. — L'axe K de l'un des cylindres entraîne le contact tournant B qui passe sur huit contacts échelonnés sur le pourtour d'une circonférence. Six de ces contacts *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f* correspondent à la consultation successive des six cohéreurs *1*, *2*, *3*, *4*, *5*, *6*, associés en dérivation. La durée du

Les cohéreurs dont on doit faire usage dans cette recherche peuvent être très sensibles, alors qu'au contraire ceux destinés à l'observation des orages sont choisis d'une sensibilité plutôt médiocre. Il est bon de ne faire passer dans le circuit comprenant le cohéreur qu'une partie de la décharge fournie par la sphère, ce qui s'obtient aisément par un shuntage convenable.

En définitive, l'emploi d'une sphère isolée, reliée à l'antenne, constitue une réédition de l'expérience première et bien connue de de Saussure. L'usage du cohéreur permet d'obtenir une graduation très étendue des états électriques différents auxquels se trouve amenée cette sphère. De plus, ce dispositif simple, se prêtant à la réalisation d'un isolement très complet, permet d'éviter la dissémination graduelle de l'électricité atmosphérique captée.

Nous avons essayé de déterminer par ce procédé le potentiel de l'air en un point de la cour de la Faculté des Sciences de Poitiers, et les résultats obtenus nous font bien augurer de la mise en pratique de ce procédé qui nous semble devoir fournir des indications très sûres.

---

M. A. TURPAIN

Professeur adjoint à la Faculté des Sciences de Poitiers

ET

M. P. DAVID

Météorologiste à l'Observatoire du Puy-de-Dôme

## ENREGISTREMENT D'ORAGES PAR LE COHÉREUR A L'OBSERVATOIRE DU PUY-DE-DOME DURANT L'ÉTÉ 1903 [538.562 : 551.55]

— Séance du 8 août —

L'installation des appareils, qui date des derniers jours de mai 1903, est faite dans la tour de l'Observatoire située à la partie culminante de la montagne (1465$^{m}$) et dominant de près de 300 mètres les pays les plus élevés de la chaîne des Dômes. Cette station se trouve placée dans des conditions extrêmement favorables pour des observations de ce genre. L'obstacle le plus voisin est le massif des

monts Dore situé à environ 30 kilomètres au S.-S.-W. Les ondes d'origine atmosphérique, émises au sein des nuages orageux, à une altitude généralement supérieure à 2000 mètres, peuvent donc arriver directement aux antennes réceptrices dès leur production.

Pour la réception, on a disposé deux antennes, l'une à l'E et l'autre à l'W de la tour, ayant respectivement $16^m$ et $15^m50$ de hauteur. L'antenne W aboutit directement à une des électrodes du cohéreur, dont l'autre est mise au sol par l'intermédiaire d'un câble relié au paratonnerre de la tour; l'antenne E arrive à la même électrode après avoir contourné une partie de la tour. De cette façon, l'une au moins des antennes se trouve toujours directement frappée par les ondes et on supprime ainsi l'obstacle que formerait la tour.

Le dispositif récepteur se compose d'un récepteur ordinaire de télégraphie sans fil, dans lequel on a remplacé le Morse par un électro-aimant, qu'on fait inscrire sur le tambour d'un baromètre enregistreur à coquilles, de façon que les deux courbes se correspondent. De cette manière, on peut observer directement les variations de la pression atmosphérique pendant les manifestations orageuses.

Depuis l'origine de l'installation, on a pu enregistrer un grand nombre d'orages plus ou moins éloignés. On a enregistré des orages, deux et quelquefois même trois jours avant qu'on en observe directement les décharges, et de cette façon on a pu ainsi être averti très longtemps à l'avance du début d'une période orageuse.

Malheureusement, l'enregistreur demande une surveillance constante et sa sensibilité doit être vérifiée journellement. Pour l'observation d'orages éloignés, on est en effet obligé de rendre le récepteur très sensible; il suffit alors d'une onde un peu plus intense que les autres pour cohérer la limaille, d'une façon telle que le frappeur est insuffisant pour la décohérer. Dans ce cas, il passe alors un courant continu dans les électro-aimants inscripteurs et les piles sont très rapidement polarisées; il faut alors leur laisser un repos assez long pour qu'elles puissent fonctionner de nouveau normalement. Il serait dans ce cas très utile de pouvoir remplacer les piles par des accumulateurs, en faisant fermer au besoin le circuit par un relais intermédiaire, pour éviter la détérioration par les étincelles de rupture du relai sensible en circuit avec le cohéreur. On éviterait ainsi les chômages forcés de l'appareil pendant un temps plus ou moins long, après une période de cohésion continue.

On espère toutefois pouvoir obvier à cet inconvénient en rendant intermittente la mise en circuit du cohéreur et en observant les

orages à l'aide d'un cohéreur disposé en circuit ouvert qui ne soit fermé sur le relais que pendant un intervalle de temps suffisant à l'inscription. L'étude faite par l'un de nous des propriétés que présente le cohéreur disposé en circuit ouvert nous donne bon espoir de rendre cet appareil plus constant et d'une sensibilité mieux appropriée aux observations auxquelles on le destine.

A titre d'indications, nous donnons le relevé suivant fait à l'Observatoire du Puy-de-Dôme concernant les orages du 17 juin au 13 juillet 1903 :

Dans le bulletin du Bureau central météorologique du 18, on signale un orage de la veille à Biarritz, qui doit probablement correspondre à l'enregistrement du 17.

Dans le bulletin du 19, on signale des orages à Nancy et Rochefort qui doivent probablement correspondre à l'enregistrement du 19, à 6 heures du matin.

Le bulletin du 20 mentionne les orages observés le 19, à l'E de Clermont, vers 5 heures du soir et d'autres dans le Midi.

Le bulletin du 21 signale des orages la veille à Paris, Nancy, Besançon et le Mont Mounier : enregistrés au Puy-de-Dôme.

Le bulletin du 22 ne mentionne pas d'orage mais seulement des pluies de l'E.

Le 24 juin, on enregistre un orage entre 6 heures et 8 heures du matin. Le bulletin du Bureau central du 25 en mentionne un la veille à Perpignan.

Le 28 juin, orages dans l'W : non enregistrés.

Le 29, orages locaux faibles : enregistrés.

Le 30, à 6 heures du matin, orage signalé au S-W à l'Aigoual : enregistré. Dans la journée, orages voisins : enregistrés.

Le 2 juillet, orage signalé à Biarritz, probablement enregistré au Puy-de-Dôme.

Le 3, orages locaux très violents, avec nombreuses chutes de foudre et personnes foudroyées : enregistrés.

Le 4, enregistrement d'orages signalés le 5 dans le bulletin comme produit à Aigoual.

Le 5, orages enregistrés et produits à l'Aigoual, Lyon, Perpignan.

Le 6, orage enregistré et non signalé.

Le 8, orage enregistré et non signalé.

Le 9, orage enregistré et non signalé.

Le 11, orage enregistré et non signalé.

Le 12, orages locaux.

Le 13, orages locaux.

---

M. A. TURPAIN

Docteur ès sciences, Professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Poitiers

## SUR L'INTERRUPTION DU CIRCUIT PRIMAIRE DES BOBINES D'INDUCTION

[537-51]

— *Séance du 10 août* —

De la rapidité avec laquelle se produit la rupture du primaire d'une bobine d'induction dépend la longueur d'étincelle qu'on peut obtenir, toutes choses égales d'ailleurs, entre les pôles de l'induit. Si l'interruption est assez rapide, on peut même supprimer avec avantage le condensateur de la bobine. C'est ainsi que lord Rayleight, en coupant le fil du circuit secondaire avec une balle de fusil, a pu supprimer le condensateur et obtenir alors une étincelle d'induction notablement plus longue que par une interruption ordinaire.

Nous avons pu obtenir des résultats semblables en utilisant la rupture produite à l'aide d'un interrupteur ordinaire. On peut, en combinant convenablement les organes mécaniques d'un interrupteur, arriver à réduire autant qu'on le désire la durée de la rupture.

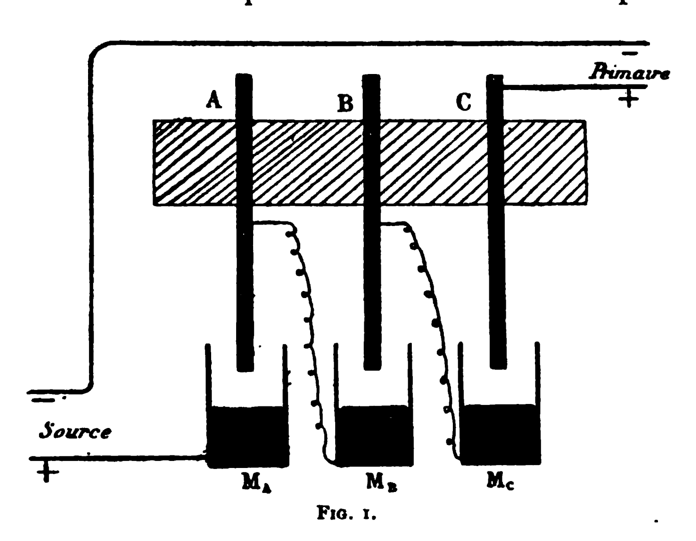



Fig. 1.

Considérons trois tiges d'interrupteur A, B, C (*fig. 1*), plongeant dans trois godets de mercure $M_A$, $M_B$, $M_C$ et reliées entre elles en

série ($M_A$ au pôle + de la source A à $M_B$, B à $M_C$, C au primaire de la bobine relié d'autre part au pôle — de la source). Dans ces conditions, si les 3 tiges sortent du mercure en même temps, l'arc qui s'établirait pour une différence de potentiel et une intensité données entre une seule tige et son mercure se scinde en trois arcs contemporains présentant chacun une même longueur moindre que celle d'un arc unique. Les tiges étant animées d'un mouvement de vitesse donnée, la durée de l'interruption sera moindre dans le cas de trois tiges reliées en série que dans le cas où l'interruption ne se produit qu'entre une seule tige et son mercure.

Dans la pratique, il est commode de remplacer l'interrupteur à tige par un interrupteur à balais et à contacts tournants. On peut, avec avantage, employer le cuivre sur cuivre, ou le charbon sur cuivre, le tout plongeant dans l'huile de vaseline ou dans le pétrole. Il y aurait également avantage, au point de vue des phénomènes de self-induction, à scinder le primaire en autant de tronçons qu'on emploie d'interrupteurs-série et à placer une interruption entre chaque tronçon.

Soient $n$ le nombre d'interruptions-série ainsi réalisé, $l_n$ la longueur maxima de la suite des $n$ arcs qui s'établissent dans l'isolant baignant l'interrupteur, $\omega$ la vitesse angulaire de l'interrupteur rotatif, $r$ le rayon du tambour sur lequel les balais interrupteurs frottent, le temps $t$ que dure l'interruption est

$$t = \frac{l_n}{n r \omega}$$

Pour une valeur donnée du potentiel aux bornes du secondaire et par suite de l'intensité du courant secondaire $\frac{l_n}{n}$ a une valeur donnée. La durée d'interruption est d'autant plus courte que $r$ et $\omega$ sont plus grands.

Pour le cuivre et le charbon dans le pétrole et pour $I = 15$ ampères, $l_n = 6^{mm}$ (pour $n = 6$). Si $r = 5^{cm}$ $\omega = 5\pi$

$$t = \frac{1}{785} \text{ de seconde.}$$

En mettant en œuvre un interrupteur rotatif à six contacts-série tournant à cette vitesse, nous avons pu obtenir, sans condensateur, une étincelle de 18 centimètres entre les pôles d'une bobine qui, utilisée dans les mêmes conditions avec un interrupteur ordinaire et avec condensateur, ne donnait que 12 à 14 centimètres d'étincelles.

Il peut être avantageux, dans certaines recherches, de changer entre chaque interruption le sens du courant primaire. Nous avons indiqué (*) une manière facile de réaliser un interrupteur inverseur, en rendant le commutateur inverseur d'un interrupteur Foucault solidaire du moteur de l'interrupteur et en lui imprimant, à l'aide d'un engrenage, une vitesse de rotation telle qu'il fasse un demi-tour entre chaque plongée successive de l'interrupteur. Il est d'ailleurs aisé de construire un semblable interrupteur inverseur muni de plusieurs interruptions en série. On obtient alors des étincelles notablement allongées et d'une remarquable constance.

---


# M. A. BLONDEL

Professeur à l'École nationale des Ponts et Chaussées, à Paris


## QUELQUES REMARQUES SUR LES EFFETS DES ANTENNES DE TRANSMISSION

*— Séance du 10 août —*

Dans une précédente communication (**), j'ai indiqué la façon la plus simple de se représenter l'ébranlement de l'éther produit par une antenne verticale, sous la forme d'une onde hémisphérique polarisée, les lignes de force électriques étant des méridiens circulaires, et les lignes de force magnétiques étant des cercles de révolution. Depuis cette époque, divers auteurs anglais et américains ont donné des représentations différentes des ondes, en les figurant comme des tores elliptiques de hauteur constante, glissant à la surface du sol et s'agrandissant seulement en diamètre *(fig. 1)*.

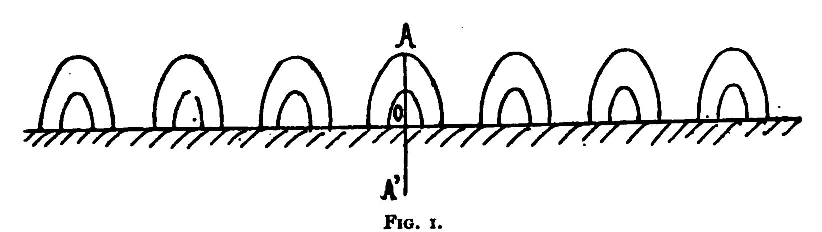



FIG. 1.

(*) Interrupteur inverseur pour bobines d'induction. — *Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences.* Ajaccio, 1901, p. 297.
(**) *Congrès de l'Association française* à Nantes, 1898.

Il y a là, je crois, une erreur résultant d'une interprétation incomplète des résultats théoriques de Hertz, dont on a prétendu tirer ces conclusions. Il est facile de montrer, au contraire, que la représentation du champ au voisinage de l'antenne, qui résulte des travaux de Hertz, se concilie parfaitement avec la production d'ondes sphériques à grande distance.

Comme je l'ai dit antérieurement, le système antenne-terre est équivalent à un oscillateur de Hertz de longueur double AA' (*fig. 2*), obtenu en ajoutant à l'antenne OA une partie symétrique OA' formée de son image électrostatique par rapport à la surface de la terre, qui joue le rôle d'une surface conductrice (l'hypothèse de la conductibilité parfaite de la terre n'est évidemment qu'approchée, mais suffisante pour une théorie élémentaire). Le champ au voisinage de cet oscillateur rectiligne AA' (*fig. 2*) sera analogue à celui que Hertz a étudié autour d'une petite oscillation électrique rectiligne.

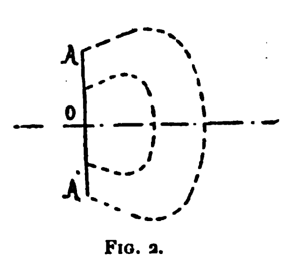


Fig. 2.

Ce champ est formé d'une série de boucles qui se ferment, puis se détachent et se transportent perpendiculairement au fil de l'oscillateur, tout en s'agrandissant. La substitution d'un excitateur rectiligne fini à la petite oscillation ne modifie pas le phénomène au point de vue qualitatif et nous donnera bien encore des lignes de force en boucle engendrant des surfaces de révolution représentant le champ de force électrique.

Le processus suivant lequel ces boucles se détachent se déduit des figures de Hertz, comme l'a déjà signalé M. Fleming, et peut être expliqué par les schéma ci-joints (*fig. 2, 3 et 4*). Les charges, ou électrons suivant la terminologie actuelle, positives et négatives, se déplacent en sens inverses vers les extrémités opposées de l'excitateur, tout en restant reliées par des lignes de forces, comme toute masse d'électricité décomposée en ses électrons. Pendant la première partie de ce mouvement, les lignes de force électriques forment des boucles de dimensions croissantes comme le montre à un instant donné la figure 4, puis la propagation subit une réflexion aux extrémités et les boucles se referment peu à peu

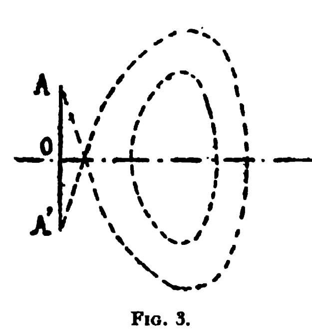


Fig. 3.

(*fig.* *1*); puis, en vertu de l'inertie des électrons, ceux-ci dépassent la position d'équilibre O et les lignes se croisent, comme le montre la figure 3; enfin, après croisement, elles se séparent en boucles distinctes comme le montrent les figures 3 et 4, et les boucles détachées continuent leur propagation sous forme d'ondes libres. La présence de la terre ne laisse place qu'aux moitiés supérieures des boucles; les lignes de force électrique se forment horizontalement par la terre sous forme de courants superficiels.

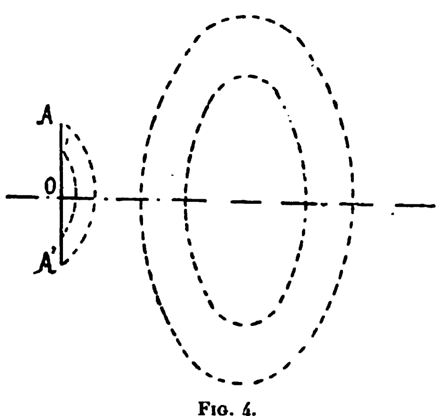


Fig. 4.

Mais il ne faut pas croire que ces boucles vont se transporter par un simple mouvement de translation en restant semblables à elles-mêmes (*fig.* *1*), car les lignes de force tendent à s'étendre dans toutes les directions; elles augmenteront donc de hauteur en même temps qu'elles se propageront le long de la terre, à laquelle elles aboutissent sensiblement normalement comme sur toute surface conductrice. En même temps, elles s'incurveront vers l'axe vertical

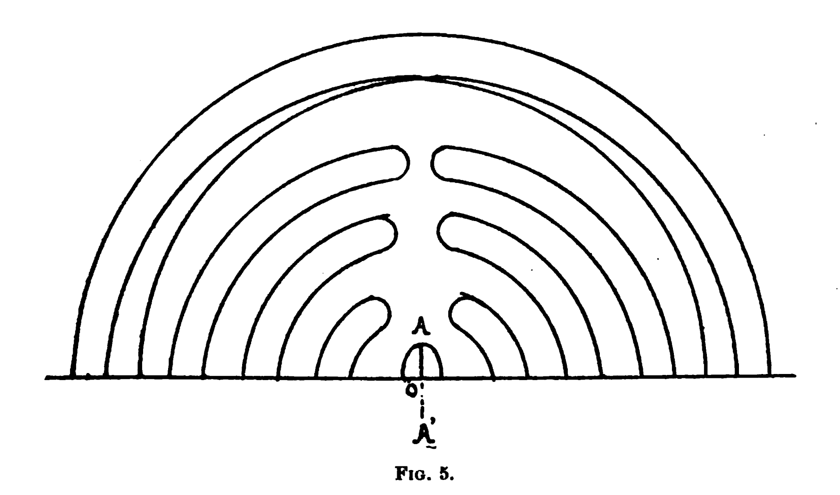


Fig. 5.

de l'antenne, ainsi qu'il résulte de l'étude du champ hertzien à petite distance. On doit donc, je crois, se représenter la propagation des lignes de force électrique sous la forme que représente en abrégé la

figure 5. Je dis en abrégé, parce que cette figure est un simple schéma, sans prétention à la rigueur mathématique.

Elle sert à montrer que peu à peu les boucles, en s'allongeant, finiront par se rejoindre sur l'axe de figure et deviendront ensuite parfaitement sphériques. A partir de ce moment, la propagation sera purement transversale et se fera avec la vitesse de la lumière.

Avant d'arriver à cette distance limite, à partir de laquelle les ondes sont sphériques, le champ suit des lois bien plus complexes; la vitesse n'est pas celle de la lumière, les lignes de forces oscillent, ainsi que Hertz l'a montré, et les phénomènes sont compliqués et difficilement accessibles à l'analyse et, pour la pratique ordinaire, la représentation schématique ci-dessus paraît suffisante. Car on peut se contenter d'étudier ce qui se passe à grande distance.

A cet effet, on est obligé de faire d'abord une hypothèse simple sur les oscillations dont l'antenne elle-même est le siège. La plus simple est d'admettre qu'elles sont simplement sinusoïdales en fonction du temps et de l'ordonnée, comme les oscillations d'un tuyau sonore ouvert au sommet et excité à la base. Il résulte en effet des expériences de Slaby et d'autres que l'antenne, en régime oscillant permanent, présente toujours un nœud du potentiel et un ventre du courant à la base, et un ventre de potentiel et un nœud du courant au sommet *(fig. 6)*. Si on néglige, faute de mieux, les per-

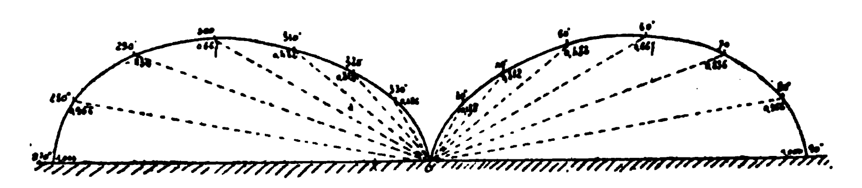


FIG. 6.

turbations à l'extrémité où se produit la réflexion des ondes (et l'expérience semble en donner le droit, car en changeant la forme de l'extrémité et y ajoutant même des petites boules ou plaques ou pointes variées, on ne constate aucun changement appréciable dans la longueur d'onde mesurée) et si on néglige des variations de la capacité et de l'inductance linéaires le long de l'antenne, on peut donc écrire l'équation du courant sous la forme élémentaire suivante :

$$I = I_0 \cos \frac{\pi z}{2H} \sin \pi \frac{Vt}{2H}$$

en appelant I l'intensité au point $z$ et au temps $t$, $I_0$ l'amplitude de I, $z$ la hauteur du point considéré, H celle de l'antenne, V la vitesse de la lumière. Cela posé, on peut aisément se rendre compte, par le calcul approximatif suivant, de la façon dont se répartit l'énergie sur l'onde sphérique à grande distance.

D'après Hertz (*Wied. Annalen*, t. 36, I, 1888, p. 147), tout élément $dz$ de courant oscillant I rayonne autour de lui l'énergie à grande distance suivant une loi sphérique, et avec un retard de phase correspondant au chemin $r$ parcouru par l'induction avec la vitesse de la lumière V. Les forces électriques E et magnétiques P sont toutes deux perpendiculaires au rayon vecteur $r$, et égales entre elles, et leur expression est :

$$E = P = \frac{dz}{V} \frac{d}{dt} I\left(t - \frac{r}{v}\right) \frac{\sin\theta}{r}$$

en désignant par $I\left(t - \frac{r}{v}\right)$ la valeur du courant I à l'époque $t - \frac{r}{v}$ et par $\theta$ l'angle du rayon $r$ avec la direction de l'élément de courant.

D'où, ici, en remplaçant I par sa valeur ci-dessus,

$$E = P = \frac{\pi I_0 dz}{2H} \cos\left(\frac{\pi z}{2H}\right) \cos\left[\frac{\pi(Vt - r)}{2H}\right] \frac{\sin\theta}{r}$$

Pour avoir les champs produits par l'antenne entière, il suffit d'intégrer les champs élémentaires de tous les éléments. A petite distance on devrait poser :

$$r = r_0^2 + z^2 - 2r_0 z \cos\theta_0$$

et intégrer les deux composantes des champs

$$E_x = E \sin\theta$$
$$E_z = E \cos\theta$$

ce qui entraîne à une grande complication (*). Mais en nous bornant à ce qui se passe à grande distance, nous pouvons négliger les variations de $\theta$ et faire $\theta = \theta_0$, d'où :

$$r = r_0 - z \cos\theta_0$$

(*) Une Théorie plus complète, et bien plus compliquée naturellement, a été établie par M. Max Abraham. (Voir *Annales de Drude*, 1901 et 1902, et *Physikalische Zeitschrift*, 1902); mais il y manquait les explications physiques qui font l'objet de la présente note.

et, toutes les forces élémentaires E et P étant respectivement concordantes en direction, les résultantes sont en grandeur :

$$\int E = \int P = \int_{-H}^{+H} \frac{\pi I_0}{2H} \frac{\sin \theta_0}{r_0} \cos\left(\frac{\pi z}{2H}\right) \cos\left[\frac{\pi(Vt - r_0 + z \cos \theta_0)}{2H}\right] dz$$

$$= \frac{\pi I_0}{2H} \frac{\sin \theta_0}{r_0} + \frac{4H}{\pi} \sin \frac{\pi}{2} \frac{\cos\left(\frac{\pi}{2} \cos \theta_0\right)}{\sin 2\theta_0} \cos\left(\frac{\pi}{2H} Vt - r_0\right)$$

$$= \frac{2I_0}{r_0} \frac{\cos\left(\frac{\pi}{2} \cos \theta_0\right)}{\sin \theta_0} \cos \frac{\pi}{2H} (Vt - r_0)$$

On voit que les forces des champs varient en fonction de l'angle $\theta_0$ comme

$$\frac{\cos\left(\frac{\pi}{2} \cos \theta_0\right)}{\sin \theta_0}$$

L'énergie varie d'autre part proportionnellement au vecteur radiant de Poynting, lequel (E et P étant rectangulaires), a pour expression :

$$\frac{EP}{4\pi} = \frac{E^2}{4\pi}$$

et varie donc proportionnellement à

$$\frac{\cos^2\left(\frac{\pi}{2} \cos \theta_0\right)}{\sin^2 \theta_0}$$

Or, il est facile de se rendre compte que la réception dépend de l'énergie reçue par l'antenne; cela est évident pour les récepteurs thermiques ou autres analogues qui intègrent l'énergie reçue par unité de temps. Cela est vrai également pour les récepteurs du genre cohéreur, qui sont sensibles au choc électrique reçu à l'arrivée de chaque train d'ondes; en effet, on définit bien d'ordinaire les conditions de cohérence par la *tension* nécessaire pour la produire; mais il est évident que, pour obtenir la soudure des particules métalliques, il faut aussi une certaine *quantité* minimum d'électricité; c'est donc le produit de l'intensité par la tension qui détermine la cohérence. Or, deux antennes de hauteurs égales peuvent donner lieu à une force électro-motrice égale; mais celle qui a la plus grande surface met en jeu la plus grande quantité d'électricité et produit par suite

des effets de réception meilleurs, ainsi que l'on s'en assure facilement. C'est donc en définitive l'*énergie reçue par l'antenne* sous forme de lignes de force électriques et lignes de force magnétiques qui entre en jeu pour la réception. La sensibilité réalisée peut donc être considérée comme proportionnelle au vecteur radiant dont nous venons de calculer l'expression.

On voit ainsi que l'effet utile des ondes décroit en raison inverse du carré des distances $r_0$ et non pas en raison inverse des distances, comme il résulterait de la théorie anglaise, critiquée plus haut.

D'autre part, si l'on construit en fonction de l'angle la courbe représentative du facteur

$$\alpha = \frac{\cos^2\left(\frac{\pi}{2}\cos\theta_0\right)}{\sin^2\theta_0}$$

on obtient les valeurs relatives représentées par les rayons vecteurs de la courbe ci-jointe (*fig. 6*). Le tableau ci-dessous indique ces valeurs relatives en fonction du rayon dirigé suivant l'horizontale prise comme unité.

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\theta_0 =$ | 0° | 10° | 20° | 30° | 40° | 50° | 60° | 70° | 80° | 90° |
| $\alpha =$ | 0 | 0,019 | 0,074 | 0,185 | 0,312 | 0,482 | 0,667 | 0,836 | 0,956 | 1,000 |

On voit que l'énergie va en décroissant rapidement quand on s'élève au-dessus de l'horizon; la théorie précédente rend donc compte des phénomènes observés par divers expérimentateurs. En particulier, en France, M. le capitaine Ferrié a reçu des signaux en ballon, jusqu'à une hauteur de quelques centaines de mètres au-dessus du sol et constaté nettement la décroissance rapide de la réception quand on s'élève. En outre, il est bien évident que la courbe de répartition conserve la même forme à toute distance; mais, plus on sera éloigné, moins on pourra s'écarter du sol pour recevoir encore des signaux perceptibles, parce que l'énergie reçue diminue en valeur absolue.

Cette théorie, qui suppose le sol un conducteur parfait, peut s'appliquer parfaitement à la transmission à la surface de la mer; elle n'est qu'approchée quand il s'agit de la propagation sur un sol peu conducteur, qui joue alors le rôle d'un semi-diélectrique. Quand les ondes se propagent à grande distance, la courbure de la terre intervient, mais elle ne gêne pas à la propagation, d'après ce que l'on sait de la propagation des ondes le long de corps conducteurs;

les ondes s'infléchissent de manière à suivre la surface, ainsi que l'ont démontré les expériences de Sarrasin et de la Rive, Blondlot, etc. (*).

En résumé, la simple application des propriétés connues des ondes hertziennes suffit à expliquer d'une manière très suffisamment satisfaisante tous les phénomènes observés, sans qu'il soit nécessaire d'attribuer aux ondes des propriétés nouvelles ou mystérieuses. Je me suis proposé dans cette note simplement de rendre plus claire l'interprétation des phénomènes et d'expliquer comment, malgré le régime très complexe et difficile à analyser qui s'établit au voisinage de l'antenne, la propagation *à grande distance* se ramène tout simplement à celle des *ondes hémisphériques*, ainsi que je l'avais énoncé en 1898. Ces ondes hémisphériques sont des ondes *polarisées;* c'est pour ce motif qu'elles ne propagent pas l'énergie d'une façon égale, suivant toutes les directions angulaires, et présentent un effet maximum vers l'horizon et nul suivant le zénith.

---

## M. NOGIER

Préparateur de Physique biologique à la Faculté de Médecine de Lyon

---

### VARIATIONS DE L'INTENSITÉ ACTINIQUE DE LA LUMIÈRE AVEC L'ALTITUDE

[537.23]

---

*— Séance du 10 août —*

L'année dernière, nous avons communiqué au Congrès de Montauban les recherches que nous avions faites pour mesurer l'intensité actinique des diverses sources lumineuses. Nous nous sommes demandé cette année comment variait l'intensité actinique de la lumière du jour avec l'altitude et ce sont nos premiers résultats que nous apportons aujourd'hui.

(*) Il convient de signaler une cause possible importante de perturbation de la propagation à grande distance dans la raréfaction des couches élevées de l'atmosphère. Au delà de 50 kilomètres et jusqu'à une distance plus grande, elle présente une conductibilité analogue à celle du gaz dans les tubes de Geissler et on peut se demander ce que deviennent les lignes de force dans un pareil milieu. Si cette conductibilité des couches supérieures de l'atmosphère équivaut à celle d'une surface métallique (ce qui n'a pas été démontré expérimentalement), les ondes se propageraient à partir d'un certain moment entre deux calottes concentriques conductrices, et tendraient à devenir des cylindres normaux à ces calottes; l'effet utile décroîtrait alors seulement en raison inverse de la distance et non plus du carré de la distance.

Nos observations nécessitaient un appareil enregistreur. Nous l'avons imaginé aussi simple que possible, de façon à en faire un instrument robuste et peu sensible aux intempéries auxquelles il est exposé.

Il se compose d'un châssis photographique format 13 × 18 dont la glace a été remplacée par un verre *très mince*, sur lequel ont été fixées 60 feuilles de papier paraffiné. Ces feuilles sont groupées

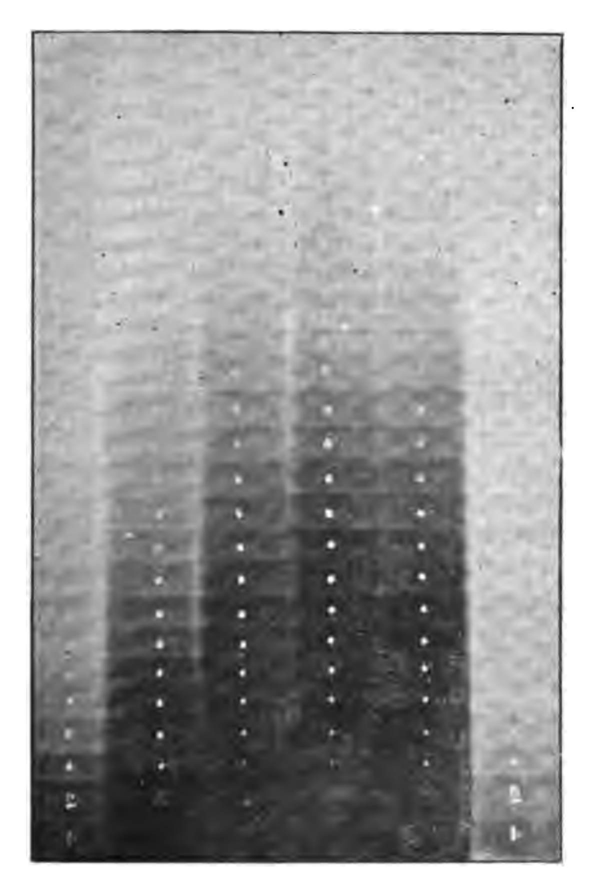


Fig. 1.

deux par deux, de telle sorte qu'elles se recouvrent incomplètement les unes les autres, si bien que la lumière doit traverser successivement 2, 4, 6, 8, 10, etc..., 60 épaisseurs de papier. L'instrument rappelle, comme on le voit, la disposition adoptée par M. Benoist pour son radiochronomètre ; seulement l'instrument affecte ici la forme d'un rectangle au lieu d'être circulaire.

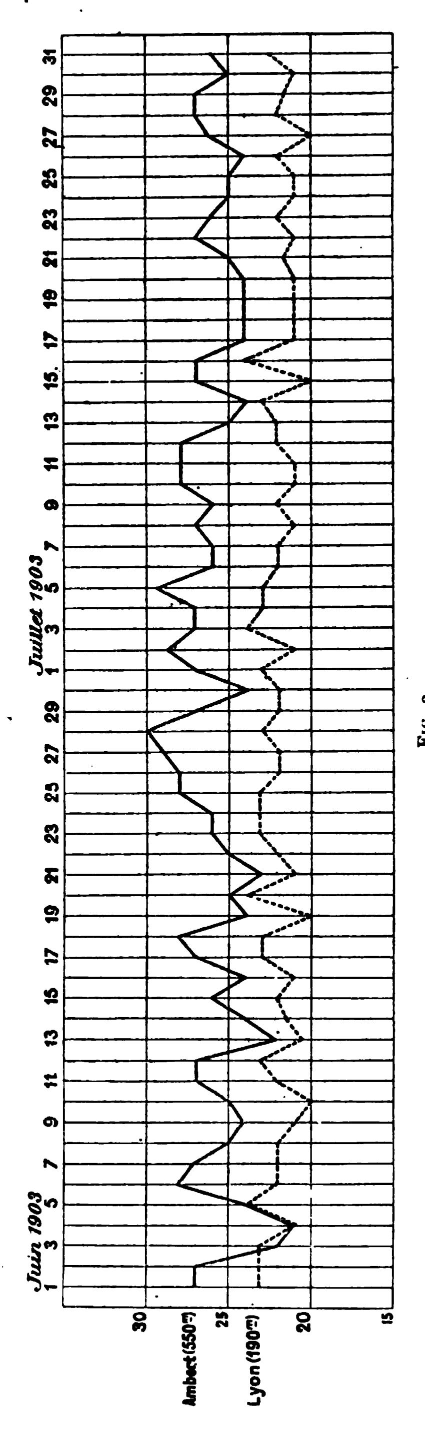



Fig. 2.

Au-dessous de cette plaque ainsi préparée, on place un papier sensible photographique et au-dessus une large règle en zinc munie d'une fenêtre allongée et mobile entre deux coulisses dont l'une est munie de repères.

Supposons maintenant que la règle se déplace une fois par jour d'une longueur calculée d'avance, le papier photographique noircira d'une façon variable suivant l'intensité des rayons chimiques qui auront traversé l'appareil. A la fin de la semaine se trouveront enregistrés à côté les uns des autres les renseignements que l'on désirait obtenir et il n'y aura plus qu'à compter le nombre des petites cases venues en noir sur le papier sensible, jusqu'à la dernière visible (*fig. 1*). On aura ainsi des chiffres qui donneront tous les éléments d'une courbe.

C'est ce que nous avons fait et nos premiers essais ont porté sur Lyon (190m d'altitude) et Ambert (Puy-de-Dôme) à 550 mètres. Nous avons nous-même choisi l'emplacement de nos instruments qui sont orientés en *plein nord*, inclinés à 45° sur l'horizontale, regardant les nuées, et protégés latéralement contre les rayons obliques du soleil levant et du soleil couchant. L'édifice contre lequel ils sont placés les garantit du soleil aux autres heures de la journée.

La courbe que nous avons

tracée à l'aide des résultats obtenus montre nettement que, d'une façon constante, pendant deux mois, le rayonnement actinique a été plus élevé à l'altitude de 550 mètres qu'à l'altitude de 190 mètres (*fig.* 2).

Pour éviter toute cause d'erreur, nous nous sommes entouré de toutes les précautions possibles :

1° D'abord les instruments ont été placés *rigoureusement au nord* et inclinés de la même manière;

2° Ils ont été exposés *en plein air*. En effet, des essais nous ont montré (ainsi que l'indique l'épreuve photographique ci-jointe) qu'un ciel ouvert muni de vitres de $4^{mm}$ d'épaisseur arrête presque la moitié des rayons chimiques;

3° Les instruments ont été comparés à Lyon pendant une semaine pour s'assurer que les chiffres fournis étaient bien identiques lorsqu'ils se trouvaient dans les mêmes conditions;

4° Le papier photographique employé dans les deux stations a toujours été de la même marque (Lumière et fils). Il a été pris dans la même pochette et les deux feuilles 9 × 12 employées à Lyon et à Ambert, pendant une même semaine, provenaient d'une feuille 13 × 18 divisée en deux.

5° De petits points, opaques pour la lumière, tracés sur les degrés de l'appareil ont permis de mieux juger, par contraste, de la dernière division atteinte et ont servi à augmenter la sensibilité du procédé.

Il nous est donc permis de conclure, en attendant les recherches que nous allons poursuivre dans des stations alpestres, que l'intensité des rayons chimiques de la lumière croît à mesure que l'on *s'élève*. Cette conclusion, basée sur l'expérimentation, vient expliquer la facilité avec laquelle on prend une insolation en montagne et met en relief l'importance de la cure d'altitude lorsque, malade, on veut s'abreuver aux sources de la vie : l'air pur et la vivifiante lumière.

---

MM. H. BORDIER et BRIDON

à Lyon

## PHÉNOMÈNES DE FLUORESCENCE D'ORIGINE MÉCANIQUE [535.37]

— *Séance du 10 août* —

Avant de décrire les phénomènes que nous avons découverts, il est utile de bien préciser ce que l'on entend par *fluorescence* d'un corps.

La fluorescence, d'une façon générale, est le phénomène lumineux dont un corps est le siège *pendant* que ce corps est excité par des radiations de longueur d'onde plus petite que celles qu'il émet pendant l'excitation. La fluorescence se distingue de la phosphorescence par ce fait que l'émission de lumière par le corps phosphorescent dure *après* l'excitation.

Une solution de fluorescéine est fluorescente tant que celle-ci est soumise à l'action des radiations bleues ou violettes. Dès que les radiations excitantes cessent d'agir, la fluorescence s'éteint. Le sulfure de baryum devient phosphorescent lorsqu'il a été soumis à l'action de rayons actiniques et la phosphorescence persiste un certain temps *après* l'excitation.

Mais on doit prendre la définition de la fluorescence dans un sens plus large et plus général. Le phénomène de fluorescence peut être observé avec des excitants autres que la lumière. Au nombre des excitations susceptibles de produire la fluorescence, nous plaçons, en outre de l'excitation lumineuse : 1° l'excitation électrique, 2° l'excitation mécanique; 3° l'excitation chimique; 4° l'excitation calorifique. Tous les phénomènes de fluorescence que l'on peut observer rentrent dans l'une ou l'autre des cinq catégories précédentes.

Les phénomènes qui vont être décrits sont des phénomènes de fluorescence consécutive à une excitation mécanique, c'est-à-dire des phénomènes de fluorescence résultant de la transformation de l'énergie mécanique en énergie lumineuse. Les phénomènes qui vont être décrits sont d'ailleurs du même ordre que ceux observés sur le sucre de canne soumis à une action mécanique. (Pulvérisation, écrasement, trituration, etc.)

Nous avons été mis sur la voie de cette étude par l'observation faite sur du valérianate de quinine que nous pulvérisions au moment où le jour commençait à baisser. Pendant que nous écrasions au mortier les petits cristaux de valérianate de quinine, nous avons aperçu sous le pilon des traces lumineuses, peu visibles à cause de l'éclairement encore trop grand de la pièce. Mais, nous étant transportés dans un local complètement obscur, nous nous sommes rendu compte de la grande netteté du phénomène. Nous avons pensé de suite que le valérianate de quinine n'était pas le seul corps à jouir de cette propriété et, nous rappelant que le sulfate de quinine chauffé peut devenir lui aussi fluorescent (fluorescence calorifique), nous avons supposé qu'il devait y avoir une relation entre ces deux cas et que tous les sels de quinine devaient jouir de propriétés analogues. Nos recherches ont porté sur les autres sels de quinine et particulièrement sur les sels à acide organique (tannate, salicylate), mais nous n'avons rien observé. Les mêmes résultats négatifs furent fournis par les sels de l'acide valérianique (valérianate de zinc ou d'ammoniaque).

Parmi les autres alcaloïdes ou glucosides, nous n'avons pas non plus rencontré de corps donnant par excitation mécanique une émission de rayons lumineux.

Mais nous avons obtenu d'excellents résultats avec le salophène (éther salicylique de l'acétyl-paramidophénol). Ce sel, trituré dans un mortier, frappé dans une capsule avec un agitateur, ou même tout simplement écrasé sur un papier glacé avec une spatule métallique, donne une fluorescence très visible et qui permet d'apercevoir très nettement les parois de la capsule ou du mortier. En percutant rapidement avec l'extrémité d'un agitateur, on obtient une série de petites aigrettes violacées comparables par leur aspect aux décharges qui se produisent dans un tube de Crookes.

Avec la phénacétine, on obtient aussi une fluorescence mais dont l'intensité ne peut pas être comparée à celle que donne le valérianate de quinine ou le salophène.

Nos recherches ont été infructueuses avec un grand nombre de corps soumis à l'expérimentation et parmi lesquels nous pouvons citer les amidophénols, le menthol, le thymol, le gaïacol, son carbonate et son phosphate, l'europhène, le citrophène, les phénols (résorcine, hydroquinone, pyrocatéchine); les naphtols $\alpha$ et $\beta$, le salol, le bétol, la chloralose, la terpine, le tannigène, sulfonal, trional, exalgine, chloral, acétanilide, pyramidon, antipyrine, aspyrine, hypnal, etc.

Nous avons donc dû revenir aux corps précédemment indiqués, et nous avons surtout étudié le salophène, puisque c'est lui qui donne la fluorescence la plus intense. Nous nous sommes demandé d'abord si les rayons émis pendant la fluorescence de cause mécanique sont capables d'impressionner la plaque photographique. Voici les résultats constatés :

1° Les radiations émises pendant la fluorescence du salophène agissent sur une plaque photographique à la façon de la lumière solaire; en appliquant sur une capsule de porcelaine contenant le salophène une plaque photographique (gélatine en dessous) et en ménageant latéralement une ouverture pour le passage de l'agitateur qui devait produire l'excitation mécanique du salophène, nous avons obtenu, en développant, après 15 ou 20 minutes de pose, une image très nette de la capsule sur le cliché.

2° Les rayons ne traversent pas les lames métalliques; une première expérience faite avec un cache en aluminium a prouvé l'imperméabilité de ce métal à ces radiations; une deuxième expérience, cette fois avec une grille métallique à réseau peu serré, nous a donné sur le cliché une image très nette de ce treillis.



Fig. 1.

3° Le papier et le bois sont opaques à ces rayons.

4° Le verre est transparent : une lame de verre appliquée sur la gélatine n'a pas laissé de traces sur le cliché; c'est à peine si au développement on pouvait en distinguer les contours. Une autre preuve de la perméabilité du verre existe dans l'expérience suivante : nous avons pu impressionner une plaque photographique placée sous un petit cristallisoir remplaçant la capsule des expériences précédentes.

Des expériences analogues ont été faites avec le valérianate de quinine et nous ont conduits à des résultats identiques, quant à la nature des radiations lumineuses émises et quant à l'opacité ou la transparence des corps cités plus haut. Mais la pose avec le valérianate de quinine a dû être prolongée davantage à cause de la moins grande richesse en rayons chimiques. Quant à la phénacétine, son action est beaucoup plus faible; après 30 minutes de pose, nous n'avons obtenu au développement qu'une image à peine visible de la capsule.

Pourquoi cette propriété est-elle dévolue à un petit nombre de corps seulement de constitution chimique si différente, tandis qu'elle n'appartient pas à d'autres offrant cependant avec les premiers de grandes analogies de constitution. Il doit y avoir probablement une relation entre le système cristallin des corps et les propriétés optiques qui nous occupent. Quoi qu'il en soit, nous avons cherché à voir si l'écrasement complet des cristaux ne faisait pas disparaître la fluorescence mécanique. Si on triture longuement et vivement le salophène, les rayons lumineux, d'abord intenses, diminuent peu à peu d'intensité à mesure que l'état cristallin fait place à l'état pulvérulent, et, si l'on continue longtemps la porphyrisation pour avoir une poudre parfaitement ténue, on obtient un salophène *inactif* ne donnant plus par action mécanique trace de fluorescence.

Mais, si ce salophène inactif est traité par un dissolvant neutre approprié (alcool à 95°), ou mélange de deux parties d'alcool pour une d'éther, et si l'on fait avec ce dissolvant une solution saturée à chaud, de façon à obtenir par refroidissement une cristallisation, on constate, après avoir recueilli les cristaux et les avoir séchés, que ce salophène *précédemment inactif* jouit de nouveau des mêmes propriétés et est redevenu actif, c'est-à-dire qu'il devient fluorescent par l'excitation mécanique.

La même expérience réussit très bien avec le valérianate de quinine; la cristallisation dans ce cas est plus pénible, mais elle est facilitée en employant l'alcool ou le chloroforme comme dissolvant.

L'identité est donc absolue entre ces phénomènes de fluorescence et ceux connus depuis fort longtemps qui se produisent lorsqu'on pulvérise du sucre. Nous avons pu, en effet, obtenir avec le sucre de canne un sucre *inactif* en le pulvérisant, et cette pulvérisation n'a pas besoin d'être aussi parfaite que pour le salophène. On y parvient après 10 minutes environ de trituration au mortier. En faisant cristalliser ce sucre dans un dissolvant qui cette fois est l'eau, nous

avons obtenu un sucre donnant une fluorescence par excitation mécanique.

Enfin, nous avons constaté que la lactose, sucre également en $C^{12}H^{22}O^{11}$, donnait la même fluorescence que la saccharose.

---

MM. BORDIER et BRIDON

A Lyon

---

SUR QUELQUES PHÉNOMÈNES DE FLUORESCENCE D'ORIGINE CHIMIQUE [535.37]

---

*— Séance du 10 août —*

Nous avons déjà fait connaître (*Bulletin de la Société de Pharmacie de Lyon*, février 1903) quelques phénomènes de fluorescence provoqués par l'excitation mécanique et observés sur des produits pharmaceutiques. Nous avons montré qu'il existait d'autres phénomènes ne différant des premiers que par leur mode d'excitation et, qu'en particulier, l'excitation chimique était capable de produire la fluorescence; ce sont les résultats de nos recherches sur ce dernier point que nous allons indiquer dans cette note.

De tous les composés minéraux ou organiques, les huiles essentielles paraissent être les corps qui se prêtent le mieux à la réalisation des phénomènes de fluorescence d'origine chimique. Celle-ci, découverte il y a quelques années par M. Dubois (*), professeur de Physiologie à la Faculté des Sciences de Lyon, méritait d'être étudiée, car son étude est susceptible d'applications intéressantes au point de vue pharmaceutique.

On peut encore rapprocher des essences, comme donnant des réactions analogues, d'autres corps qui n'ont, avec les huiles essentielles, aucune analogie d'origine ou de constitution chimique; telle est l'esculine.

Ces expériences reposent sur le principe suivant : si l'on fait agir sur une essence un agent d'hydratation (nous verrons plus loin auquel il faut donner la préférence), il se produit un phénomène lumineux

(*) C. R. *Académie des Sciences* 1901, p. 431-432.

dont la durée et l'intensité varient avec l'essence employée et aussi avec la plus ou moins grande pureté de l'essence.

Si on mesure ces éléments, durée et intensité, on peut en déduire des nombres précieux pour la recherche des falsifications de quelques huiles essentielles. La durée est facile à déterminer. La mesure de l'intensité présente quelques difficultés. On peut néanmoins y parvenir en cherchant quelle est l'épaisseur d'un liquide absorbant (solution de bichromate de potasse ou de sulfate de cuivre ammoniacal) capable de l'éteindre, ou bien encore en employant deux prismes de verre fumé à angle au sommet, très aigu et glissant l'un sur l'autre, de façon à obtenir une épaisseur variable de la lame absorbante. Enfin, il est encore une autre caractéristique de ces phénomènes de fluorescence et d'où l'on pourrait peut-être tirer des indications intéressantes, mais qu'il est fort difficile d'utiliser à cause de la trop faible intensité de la source lumineuse; nous voulons parler de l'examen spectroscopique.

Les agents chimiques donnant avec les essences des réactions produisant la fluorescence sont les alcalis caustiques. Le meilleur réactif consiste en une solution saturée à froid dans l'alcool de potasse caustique aussi pure que possible (en pastilles ou en cylindres). L'alcool à 95° donne de bons résultats, mais il est préférable d'employer l'alcool absolu. La solution aqueuse de potasse doit être rejetée, de même que la lessive de soude, la solution alcoolique de soude ne donne aucun résultat. Enfin, avec l'alcoolate de baryte, on obtient des résultats satisfaisants avec quelques essences, mauvais avec beaucoup d'autres. Nous avons donc adopté comme réactif une solution saturée de potasse caustique dans l'alcool. Il est nécessaire de ne préparer la solution que par petites quantités, afin de l'avoir toujours récente et de la rejeter dès qu'elle prend une teinte brunâtre.

*Technique à employer.* — 2 ou $3^{cm^3}$ de réactif sont versés dans un tube à essai et chauffés rapidement dans la flamme d'un bec de Bunsen; on laisse alors tomber dans le tube trois ou quatre gouttes d'essence, en évitant de les faire couler contre les parois; on agite rapidement et on examine dans l'obscurité; quelquefois immédiatement, le plus souvent après quelques secondes, on observe un phénomène lumineux qui s'accentue beaucoup par agitation à l'air. Pour bien observer, il convient de prendre les précautions suivantes : ne pas passer du grand jour dans la chambre noire pour y faire une observation, mais séjourner longtemps (20 minutes au moins) dans une salle peu éclairée (avec une source lumineuse dont l'intensité ne dépasse pas celle d'une bougie); cet éclairage est suffisant pour effec-

tuer les manipulations, après quoi il faut éteindre et observer dans l'obscurité la plus complète.

Pour des déterminations plus précises et pour arriver à des résultats numériques, nous avons effectué nos recherches sur des quantités toujours identiques d'essence et de réactif. Nous avons adopté 2 cc. de solution potassique et cinq gouttes d'essence. Pour ces déterminations, le dispositif a dû être quelque peu modifié : un brûleur de Bunsen est entouré de toutes parts de carton d'amiante, de façon à à ce que la flamme chauffante ne projette aucune clarté. Au-dessus, une capsule de $500^{cm^3}$ environ sert de bain-marie à une autre capsule de $30^{cm^3}$, contenant l'essence et le réactif. Dans l'eau du bain-marie plonge un thermomètre. On allume le brûleur de Bunsen et on place dans la capsule intérieure le volume exactement mesuré de réactif et les cinq gouttes d'essence. On dépose cette petite capsule sur l'eau où elle flotte et, le chronomètre à la main, on examine le moment où apparaît la fluorescence. Au moment précis où l'on voit le fond de la capsule s'illuminer, on met le chronomètre en marche, puis on éteint le bec Bunsen, on arrête le chronomètre au moment où le liquide de la capsule cesse d'être visible. Pour corriger dans la mesure du possible les causes d'erreur attachées à cette méthode, nous avons pris les précautions suivantes :

1° On a placé dans le bain-marie, à côté de la capsule contenant les substances, une autre capsule semblable mais vide, de façon à mieux saisir le moment précis où apparaît la fluorescence;

2° On a répété 2 ou 3 fois les mêmes déterminations et l'on a pris la moyenne des résultats trouvés. Ces déterminations ne sont pas sans difficulté. La fluorescence n'apparaît pas brusquement, de même qu'elle ne disparaît pas tout d'un coup. Mais avec une certaine habitude on arrive néanmoins à des résultats comparables.

Quelques essences brillent à la température ordinaire avec la potasse alcoolique. Nous pouvons citer comme appartenant à ce groupe les essences de badiane et de romarin. Mais la température optima paraît être vers 30°—35°. Il n'y a presque pas d'essences qui ne donnent au-dessous de 40° un phénomène lumineux plus ou moins visible. Mais l'intensité va en général en augmentant avec la température et atteint son maximum vers 89°—90° environ. Mais, si à cette température l'intensité est maxima, la durée est loin d'atteindre celle que l'on observe à la température où elle apparaît (30°—35°). Il n'est pas possible d'attribuer cette différence à la volatilisation plus rapide à cette température de l'huile essentielle, car les essences forment, avec la solution alcoolique de potasse, un liquide homogène

peu volatil. Du reste, nous avons pu répéter avec de l'essence de térébenthine, dans un petit ballon muni d'un réfrigérant ascendant, des déterminations analogues qui nous ont amenés à des conclusions identiques.

Quant à l'esculine (glucoside du maronnier d'Inde : Esculus hypocastanum), c'est elle qui nous a fourni les plus beaux résultats : une trace d'esculine dans 2 ou 3$^{cm^3}$ de réactif nous a donné, *à froid*, une fluorescence durant *dix-huit heures*. Pour éviter les erreurs de pesées, nous avons eu recours à une solution alcoolique titrée d'esculine à 1 0/00 (dont 1 cc. = 1 milligramme) et nous avons obtenu des résultats très nets avec 2 milligrammes d'esculine. Enfin, les variations de température n'influent pas sur cette fluorescence — elle se produit à froid aussi bien qu'à l'ébullition — et nous l'avons même obtenue au sein d'un mélange réfrigérant à la température de —15°.

## ÉTUDE DES DIFFÉRENTES ESSENCES

Parmi les essences donnant la réaction, nous pouvons distinguer deux grands groupes : les *Essences des Labiées* et les *Essences des Rutacées*.

ESSENCES DES LABIÉES. — Cette famille est particulièrement riche en plantes à essences, et ces essences deviennent presque toutes fluorescentes. Au premier rang se place *l'Essence de Romarin*. Même très récente, cette essence donne en solution alcoolico-potassique une fluorescence dont la durée atteint quatre minutes. Cette durée et cette intensité sont considérablement augmentées si l'on emploie une essence ancienne et résinifiée; elle peut durer alors jusqu'à sept minutes et la fluorescence produite peut égaler en intensité celle de l'esculine.

*L'Essence de Thym* donne des résultats analogues, moins durables; cependant, puisque, avec des essences plus ou moins anciennes, nous avons obtenu des résultats variant entre deux et trois minutes; le temps paraît exercer sur l'essence de Thym une action moins profonde que sur l'essence de Romarin.

*L'Essence de Lavande* véritable donne une belle réaction, mais dont la durée ne dépasse pas une minute à une minute et demie, tandis qu'avec *l'Essence d'Aspic* cette réaction peut être observée pendant dix minutes. Si l'on additionne l'essence de Lavande d'une quantité de 20, 40, 60, 80 o/o d'essence d'Aspic, on obtient comme durée des nombres qui viennent s'échelonner entre une minute et 10 minutes. Il serait sans doute exagéré d'en conclure qu'il y a proportionnalité entre la durée de la fluorescence et la quantité d'essence d'Aspic que peut contenir une essence de Lavande. Mais ce qui est incontestable, c'est que ces deux facteurs varient dans le même sens et, s'il n'y a pas possibilité de déterminer rigoureusement les proportions relatives d'essences de Lavandula Vera et de Lavandula Spica, il y a là un procédé rapide pour les distinguer l'une de l'autre.

Une relation analogue, quoique moins accusée, a été trouvée parmi les essences de Menthe de diverses origines. Les essences de Menthe du commerce donnent une fluorescence bien nette, tandis que les essences anglaises ne donnent qu'une réaction faible et fugitive.

ESSENCES DES RUTACÉES. — *L'Essence de Citron* donne une belle réaction dont la durée peut attendre trois à quatre minutes. Elle est mieux accusée avec l'essence résinifiée. L'essence de Citron par expression paraît donner une plus belle réaction que l'essence par distillation. De plus, la durée est généralement supérieure avec la première. Il paraît donc y avoir là un moyen de reconnaître le procédé d'extraction d'une essence de Citron. Ce procédé serait facilement applicable si l'on opérait sur des essences récentes, mais avec les essences anciennes la réaction se complique et il n'est guère possible de les caractériser.

*L'Essence de Néroly* est, après l'essence de Romarin, celle qui nous a fourni, avec la potasse alcoolique, le phénomène lumineux le plus durable en même temps que le plus intense. On n'observe rien à froid, mais seulement à une température un peu élevée (60 à 65°). Des déterminations faites avec des essences diverses (de Paris, du Midi, récentes, résinifiées) nous ont fourni des résultats presque identiques.

Enfin nous avons pu reproduire avec une essence de Néroly, dite *Essence Synthétique* trouvée dans le commerce, une réaction analogue. Si l'on rapproche de ce fait cet autre que nous n'avons pas pu réaliser la réaction avec aucun corps synthétique ou mélange de corps synthétiques voisins des essences (salicylate de Méthyle gaïacol), nous sommes en présence d'une anomalie et nous avons pensé de suite que certains fabricants d'essences synthétiques, pour donner à leurs produits les parfums caractéristiques de la plante, parfums auxquels on parvient rarement par la synthèse, ajoutent aux essences qu'ils obtiennent artificiellement une petite quantité d'essence naturelle. Dans le cas qui nous occupe, une petite quantité d'essence de Néroly, ajoutée à un produit synthétique, suffit à lui donner les propriétés citées plus haut.

En résumé, nous pouvons considérer dans les essences de la famille des rutacées deux groupes bien distincts.

Le premier groupe comprend des essences ne donnant pas la réaction ou ne donnant qu'une réaction vague et fugitive et qu'il est souvent impossible d'obtenir sans avoir recours à des artifices spéciaux (dilution de la solution alcoolique de potasse, élévation de la température jusqu'à ébullition); c'est à ce groupe qu'appartiennent les essences de Portugal et de Cédrat.

Un second groupe d'essences de cette famille donne au contraire des réactions très nettes et durables. A ce groupe appartiennent les essences de citron et de Néroly.

Parmi les autres essences, nous pouvons citer, comme donnant une belle fluorescence en solution alcoolico-potassique : les essences d'*Anis vert*, assez durable mais peu intense; de *Badiane* (Illicium

anisatum, I. religiosum, I. parviflorum), plus nette que la précédente mais moins durable; de *Genièvre* et de *Geranium rosa*, bien nettes surtout avec les essences résinifiées.

Les essences de santal, de sassafras, de cèdre, de cajeput donnent des réactions fugitives mais incontestables.

Enfin, l'*Essence de Térébenthine* est, de toutes les essences, celle qui montre le mieux l'influence du temps. L'essence récente donne à peine la réaction, mais, au fur et à mesure que cette essence se résinifie, la fluorescence devient de plus en plus nette, pour atteindre avec les essences très anciennes le degré de netteté et la durée que nous avons obtenus avec l'essence de romarin ou l'essence de Néroly. Cette propriété n'est pas la seule modifiée par le vieillissement de l'essence de térébenthine (phénomène auquel, sans trop savoir pourquoi, on donnait autrefois le nom d'ozonisation). Il est parfaitement démontré aujourd'hui que l'ozone ne joue aucun rôle dans cette transformation, puisqu'une essence récente saturée artificiellement d'ozone ne jouit pas des propriétés de l'essence vieillie (réaction du sang avec la teinture de gaïac et l'essence de térébenthine résinifiée)

A côté de l'essence de térébenthine, il convient de citer la *Térébène* qui, cependant, n'est pas une huile essentielle et qui donne une magnifique réaction.

Enfin, il existe des essences pour lesquelles la réaction est négative, quelle que soit la température à laquelle on opère, quelle que soit la dilution de la solution potassique, quel que soit enfin l'agent d'hydratation employé. Comme essence appartenant à ce groupe, nous citerons les essences de cannelle de Chine, cannelle de Ceylan et Wintergreen.

## CONSÉQUENCES PRATIQUES DE CETTE ÉTUDE

Quoi qu'il en soit, ces observations peuvent rendre des services au point de vue de l'essai des essences et de la recherche de leurs falsifications. Ce procédé n'offre pas évidemment les garanties que l'on peut demander à la détermination des constantes physiques ou chimiques des essences suspectes. Mais la méthode que nous venons d'exposer offre un incontestable avantage, c'est d'exiger une quantité insignifiante de substance, puisque deux ou trois gouttes suffisent généralement, avantage qui n'est pas à négliger pour les essences d'un prix élevé (rose, camomille). Ce procédé permet également de se rendre compte du plus ou moins grand degré de pureté des

essences employées à la préparation des capsules médicamenteuses (santal, térébenthine). Le contenu d'une seule capsule suffit. On obtient une fluorescence fugitive avec une capsule récente, tandis qu'avec une capsule ancienne ou préparée avec une essence résinifiée, la réaction est très nette. De même, l'essence de cèdre donne une réaction beaucoup plus nette que l'essence de santal, et cette remarque peut servir à reconnaître la substitution de l'une à l'autre dans la préparation des capsules médicamenteuses.

---


## M. R. DEVILLE

Ancien élève de l'École Polytechnique,
Vice-Président de la Société protectrice de la vie humaine, à Paris


### INCENDIES A BORD DES NAVIRES [614.84:359]

— *Séance du 10 août* —

Les statistiques du bureau Véritas permettent de constater une très inquiétante fréquence des incendies à bord, mais elles ne donnent aucun renseignement sur les causes qui les ont provoquées, ni sur les moyens qui ont pu être employés pour combattre le feu.

Les pertes qui en résultent chaque année, soit pour les Compagnies d'assurances, soit pour les armateurs, sont très considérables.

Il a paru intéressant de rechercher quelles pouvaient être les causes variables et fréquentes de cette terrible catastrophe qu'est le feu en mer et d'étudier les moyens de le combattre le plus efficacement possible.

#### CAUSES DES INCENDIES A BORD

Le danger d'incendie à bord varie naturellement avec le mode de construction des navires et surtout avec la nature de la cargaison. Les cargaisons les plus dangereuses sont évidemment celles qui comprennent des liquides susceptibles d'émettre des vapeurs facilement inflammables, tels que le pétrole, l'alcool, etc. La moindre imprudence peut alors amener une catastrophe susceptible de s'étendre et de prendre des proportions particulièrement épouvantables, comme celles qui se sont produites au Havre et à Marseille,

et dont la dernière date du mois de décembre 1903. On peut citer encore le cas d'un navire pétrolier qui prit feu dans le Canal de Suez, il y a quelques années. On eut tout juste le temps de le conduire dans un des lacs et, pendant plusieurs jours, on eut la crainte terrible de voir le pétrole enflammé se répandre jusque dans le canal lui-même.

Aux causes ordinaires d'incendie résultant d'imprudences dans le maniement des appareils d'éclairage, d'accidents dans les chaudières, etc., il faut ajouter l'échauffement de certaines substances entrant dans la composition du chargement et qui est susceptible de donner naissance à des *combustions spontanées*.

L'échauffement de la cargaison a été constaté dans des cas nombreux et variés. Par exemple :

Le navire hollandais *Sala*, où le feu prit dans une cargaison de *tabac* probablement humide au moment de l'embarquement;

Le navire *Main*, de la Norddeutscher Lloyd, où le feu prit dans un chargement de *coton* ;

*L'Ama Begonakoa*, navire espagnol, chargement de *charbon* ;

*L'Aberlour*, navire anglais, chargement de *poudre d'os* qui s'échauffa assez pour donner de sérieuses craintes d'incendie ;

Le *Kawachi-Maru*, japonais, chargement d'*huile de coco* et de soie.

Certains *grains*, mis en sacs mouillés ou humides, les *foins* comprimés, sont susceptibles, dans certaines conditions, de fermenter, de s'échauffer et même de prendre feu spontanément.

*Charbons.* — Le transport des charbons par mer, en grande quantité et à grande distance présente des dangers extrêmement sérieux. Le danger varie naturellement avec les espèces de charbons; parmi les plus dangereux, on peut citer les *charbons écossais* que le commerce local avait depuis nombre d'années renoncé à exporter à de grandes distances.

Il résulte d'une étude très documentée présentée par le commandant W.-F. Caborne, en novembre 1901, au *Royal United Service Institution*, que le danger augmente avec la quantité transportée.

Les accidents, qui sont dans la proportion de 1 o/o pour les cargaisons ne dépassant pas 1.000 tonnes, s'élèvent à 9 o/o pour celles qui dépassent 2.000 tonnes, en suivant une progression croissante. C'est là un résultat global; naturellement le nombre des cas, pour chaque espèce, varie avec la nature du charbon et son mode d'arrimage.

Le danger augmente avec la hauteur du chargement; l'écrasement

des couches inférieures est en effet susceptible de produire un dégagement de chaleur. Aussi certains armateurs anglais exigent-ils l'introduction, dans les contrats, d'une clause restrictive de la hauteur du chargement.

D'après le même auteur, les causes de la combustion spontanée sont les suivantes :

Le charbon absorbe l'oxygène de l'air, d'où combustion lente et développement de chaleur, élévation de température et absorption plus considérable d'oxygène. Donc, pour qu'il y ait combustion spontanée il faut :

1° Alimentation suffisante en oxygène;

2° Conservation de la chaleur dégagée.

Pour abaisser la température, on est conduit à *ventiler* les cargaisons, mais juste assez pour abaisser la température sans trop donner d'oxygène. C'est là une opération délicate et, pour en déterminer l'intensité, il faut tenir toujours compte de la nature des charbons

Naturellement, l'absorption de l'oxygène est proportionnelle aux surfaces en contact avec l'air; donc, toutes choses égales d'ailleurs, le charbon en petits morceaux absorbe plus d'oxygène que le charbon en gros morceaux. Mais, d'autre part, plus il est petit, plus il se tasse et moins l'air circule facilement. La conclusion de cette étude est que le charbon le moins dangereux à transporter, c'est le gros avec du poussier.

On supposait autrefois que l'oxydation des pyrites était la cause primitive des combustions spontanées; il est reconnu aujourd'hui qu'elles ne sont pas une cause chimique, mais seulement mécanique. En effet, lorsqu'un charbon pyriteux est humide, les pyrites s'oxydent, ce qui occasionne le cassage du charbon et le rend plus apte à une combustion spontanée, en augmentant la surface susceptible d'absorber de l'oxygène.

Il résulte d'ailleurs d'expériences méthodiques, faites en Angleterre et en Australie, que, toutes choses étant égales d'ailleurs, le charbon humide est moins sujet à la combustion spontanée que le charbon sec.

L'ordre dans lequel les charbons ont le plus de tendance à s'enflammer est, d'après leur espèce, le suivant :

1° Lignite; 2° houille; 3° coke; 4° anthracite.

Enfin, le danger augmente avec la température du charbon au moment où l'on opère le chargement et celle qui existe dans le compartiment où on l'introduit.

La commission estime que, pour les grands navires dans lesquels

la hauteur du charbon est considérable, le chargement devrait être interdit toutes les fois que la température s'élève au-delà de 80° Fahrenheit à l'ombre, ou 110 au soleil.

### PROCÉDÉS POUR COMBATTRE LES INCENDIES

Le premier procédé qui vient à l'idée est l'emploi de l'eau.

*Eau.* — Malheureusement, ce procédé est absolument illusoire. Avant de commencer à combattre l'incendie dans une cargaison, il faut tout d'abord trouver le foyer de cet incendie, ce qui est une grande difficulté dans les grands vaisseaux transportant une cargaison importante et qui sont fractionnés en compartiments.

Une odeur de brûlé, suivie peut-être d'une fumée significative, se dégageant de quelque ventilateur, permet bien de reconnaître que le feu est dans telle ou telle cale; mais, comment découvrir dans cette cale, bourrée de marchandises, l'emplacement exact du feu. Il peut être loin de l'endroit par où la fumée s'échappe. Si on ouvre les écoutilles, l'arrivée de l'air active le feu.

Il n'y a qu'une chose à tenter, tenir tout fermé et inonder la cale; car, si par un heureux hasard, le feu ne se trouve pas au fond et près de l'endroit où l'eau est amenée, il faut pomper jusqu'à ce qu'elle arrive au niveau du feu. Alors, si celui-ci est en haut, il peut se faire que, sous l'énorme pression de l'eau, la cloison ou le fond cèdent, et c'est alors la perte probable du navire. C'est en tout cas la perte de toute la partie de la cargaison susceptible d'être détériorée par l'eau et qui se trouvait dans la ou les cales inondées.

Un incendie se produit-il sur le navire lorsqu'il est au port? c'est encore au même procédé qu'on a généralement recours; les moyens, d'ailleurs, sont un peu plus grands, mais, comme exemple des résultats qu'on peut attendre, il suffit de citer le cas de la *Touraine,* incendiée dans le port du Havre au mois de janvier 1903.

Il fallut 7 heures pour éteindre l'incendie, et les dégâts commis par le feu et par l'eau furent évalués à 2.000.000 de francs.

Et cependant, on avait pu mettre en œuvre des moyens extrêmement puissants, dont on ne dispose d'ailleurs que dans un grand port et qui peuvent même faire au moins partiellement défaut en cas de gelée.

*Vapeur.* — Depuis quelques années, on a appliqué à certains navires un nouveau dispositif d'extinction *par la vapeur.*

Un système de tuyautage à demeure permet de prendre la vapeur

dans la chaudière et de la lancer à volonté dans telle ou telle cale. Ce système, qui donne quelques résultats, a été imposé dans certains pays, à tous les navires emportant des passagers. (Aux États-Unis, en Italie, les navires de toutes nationalités ne sont autorisés à prendre des passagers que s'ils sont munis de ce dispositif; en France, il n'est imposé qu'aux navires français.)

Mais le feu peut couver longtemps sans être éteint par ce procédé; la prise de vapeur pour l'extinction est susceptible de ralentir considérablement la marche du navire et il faut l'interrompre de temps en temps.

Quoi qu'il en soit, le procédé d'extinction par la vapeur, plus pratique que celui d'extinction par l'eau, ne donne pas une sécurité complète et il n'est pas sans inconvénients, puisqu'il ralentit la marche du navire et que, d'autre part, il est susceptible d'avarier les marchandises détériorables par l'eau.

*Gaz extincteur.* — Depuis quelques années, on s'est beaucoup préoccupé, en Angleterre et en Amérique, de la recherche d'un moyen scientifique d'éteindre les incendies à bord.

Le fractionnement en cloisons étanches est un dispositif qui facilite la création, dans la cale où le feu couve, d'une atmosphère extinctrice. C'est dans cette voie que doivent se diriger les recherches : elles se limitent tout naturellement, à l'examen des conditions dans lesquelles peuvent être employés deux gaz dont les propriétés extinctrices sont bien connues : l'*anhydride carbonique* et l'*anhydride sulfureux.*

En ce qui concerne le premier de ces gaz, les essais faits sont peu nombreux.

Tout récemment, l'Internationale Fire Engine C° d'Elmira (New-York) a construit un engin automoteur de grande puissance, qui, d'après ses constructeurs, a une efficacité 20 fois supérieure à celle d'une pompe à incendie ordinaire (*).

On peut aussi songer à l'emploi de l'anhydride carbonique liquide, mais il serait matériellement impossible à un navire d'emporter un chargement suffisant des nombreux cylindres spéciaux qui lui seraient nécessaires en cas d'incendie, et qui constituent de véritables obus, encombrants et lourds.

En outre, il lui serait difficile de renouveler son approvisionnement dans la majeure partie des ports. D'autre part, le procédé

(*) *La Nature*, du 11 juillet 1903.

serait très coûteux en raison du prix élevé de cet approvisionnement. Il faut, en effet, un pourcentage de 16 o/o d'anhydride carbonique pour obtenir l'extinction; enfin, le gaz peut se répandre dans les cales et y séjourner sans que rien décèle sa présence, ce qui peut être dangereux pour l'équipage.

Le *gaz sulfureux* s'obtient à meilleur compte, le soufre étant une matière première d'un prix peu élevé; la présence de simples traces de ce gaz se décèle immédiatement par l'odeur, et il suffit d'une proportion de 4 à 5 o/o pour obtenir l'effet d'extinction. Si donc on dispose d'un moyen pratique de le produire rapidement et de le lancer à volonté dans les cales, il semble, à priori, que l'on touche de bien près à la solution du problème.

Ce moyen pratique est réalisé par l'appareil « *Clayton* », déjà employé pour la désinfection des navires par les services sanitaires maritimes

Installé à bord d'une façon permanente, communiquant avec les diverses cales par un tuyautage installé à demeure, il permet de remplir rapidement de gaz sulfureux extincteur celle dans laquelle il se produit un échauffement dangereux ou un commencement d'incendie.

Diverses expériences faites en 1903 en Angleterre, en Amérique et en France, avec l'appareil Clayton, devant des Commissions officielles, ont pleinement établi l'efficacité du gaz qu'il produit pour prévenir et éteindre les incendies, dans les espaces clos et suffisamment étanches, même lorsqu'il s'agit des matières les plus inflammables.

Les conclusions de ces expériences furent que la combustion dans les locaux fermés, tels que les cales des navires, est impossible en présence du gaz sulfureux produit par l'appareil. La puissance de pénétration de ce gaz est très considérable; peu importe la nature de la cargaison, que ce soit du charbon, du coton, du jute, de la laine, du foin ou toutes autres matières inflammables, la source du feu est atteinte, même si elle se trouve au milieu d'une balle de coton comprimé.

Le gaz produit par l'appareil Clayton n'a aucune action nocive sur les marchandises de toutes sortes telles que thé, café, vanille, biscuit, grains, matières alimentaires diverses, tissus imprimés aux nuances les plus délicates et métaux variés.

Il semble donc que, dans l'emploi de cet appareil, se trouve la solution scientifique du problème de la prévention et de l'extinction des incendies à bord, sans danger d'altération des marchandises non atteintes par le feu.

## CONCLUSION

Il est actuellement assez difficile d'avoir des renseignements très complets sur les accidents du feu qui se sont produits à bord des navires, sur leurs causes reconnues ou probables, ainsi que sur les pertes qu'ils ont occasionnées, et enfin sur les moyens qui ont été employés pour les combattre.

Il serait à désirer que tous ces renseignements fussent méthodiquement réunis et publiés avec commentaires, sinon par l'initiative privée, au moins par les services publics; ce serait la seule manière de rendre profitable à tous l'expérience acquise, par quelques-uns, à leur propre détriment, et d'éviter que le même cas ne se produise en mer, nombre de fois.

C'est ainsi qu'il serait bon de mettre en évidence que les dangers d'incendie ne vont pas en diminuant avec les progrès de l'industrie, pour bien des raisons, parmi lesquelles on peut donner comme exemple les suivantes, qui sont déduites de l'examen critique d'un grand nombre d'accidents survenus dans ces dernières années :

1° Le transport des produits frigorifiés offre un réel danger par suite de l'emploi de charbon de bois placé en couches espacées : ce produit est particulièrement apte à entrer en combustion et, une fois allumé, est très difficile à éteindre;

2° Par suite de la nécessité de faire rapidement les expéditions, on a souvent recours à un empaquetage incomplet et insuffisant des marchandises susceptibles de donner lieu à des combustions spontanées (laine, coton, par exemple).

3° La vaste étendue et la profondeur des cales des vaisseaux modernes présentent matériellement de grands risques, spécialement dans le cas de cargaisons en vracs (charbons). Ces conditions ne permettent pas de localiser un incendie dans une cargaison et par conséquent empêchent de prendre les mesures nécessaires dès ses premières manifestations.

Il y aurait également tout intérêt à ce que le public maritime français fût exactement tenu au courant des efforts faits par les Compagnies étrangères pour assurer la sécurité des passagers et améliorer les conditions du trafic maritime, en diminuant les dangers d'incendie, soit par les précautions prises, soit par l'installation à bord d'appareils extincteurs.

---

M. André BROCA
Agrégé à la Faculté de Médecine de Paris

ET

M. TURCHINI
Préparateur à la Faculté de Médecine de Paris

## MESURE DES COURANTS DE HAUTE FRÉQUENCE [538.56]

— *Séance du 10 août* —

Le seul procédé employé jusqu'ici pour la mesure du courant à haute fréquence a été celui des galvanomètres thermiques. Ceux-ci ont, en effet, deux avantages : 1° Ils sont à peu près indifférents aux forces électrostatiques considérables qui ne peuvent être évitées quand on met un appareil quelconque à équipage mobile en communication avec un des pôles d'une bobine de Ruhmkorff; 2° Ils présentent une self-induction aussi faible que possible et une faible capacité. Comme ils sont réduits à un seul fil, le courant y passe forcément.

Mais, à côté de ces avantages, ils ont un inconvénient grave, c'est que leurs indications dépendent de la période des oscillations. On sait, en effet, que la résistance d'un conducteur n'est pas une constante absolue, à cause de la répétition des courants de haute fréquence à sa surface. Le rapport de la résistance en courant continu à la résistance en haute fréquence a été calculé par Lord Rayleigh et Lord Kelvin et on voit que ce rapport est d'autant plus voisin de l'unité que le fil est plus fin, que sa résistivité est plus grande et que sa perméabilité magnétique est plus voisine de 1.

On a donc cru faire de bons instruments avec des fils très fins et très résistants. Mais les alliages qui les constituent contiennent du fer ou du nickel et, malgré tout, les indications de ces instruments ne sont pas fidèles; nous le montrerons dans un travail plus étendu.

Nous avons cherché à établir un instrument à l'abri de ces reproches, pouvant servir à étalonner les instruments pratiques et

aussi à étudier théoriquement les propriétés des conducteurs relatives aux courants de haute fréquence.

Nous sommes arrivés à la solution du problème de la façon suivante : Une lame d'aluminium de 30 microns d'épaisseur, de 1ᶜ de large et de 60ᶜ de long est encastrée verticalement en A, et horizontalement en B (*fig. 1*). Deux lames fixes CD, EF, sont de part et d'autre ; elles ont également 1ᶜ de large, et sont à 1ᶜ l'une de l'autre. Les connexions sont celles de la figure. Quand le courant passe en ABCDEF, la lame mobile est attirée par EB où le courant est de même sens et repoussée par CD. On pointe son déplacement au microscope (*).

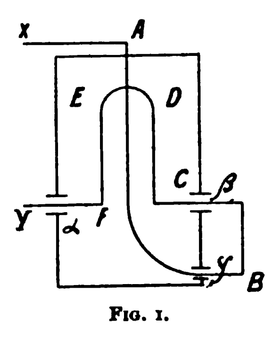


Fig. 1.

Le calcul montre que, quand la distance des lames fixes tend vers 0, la force agissante tend vers une limite finie, et qu'elle varie fort peu quand l'écartement varie notablement; on peut alors construire pratiquement l'appareil, sans nuire à sa sensibilité.

Pour éviter les forces électrostatiques, l'appareil est dans un conducteur creux, les conducteurs du courant passant par des bouchons isolants en $\alpha$, $\beta$, $\gamma$. En A, existe une communication métallique.

Dans ces conditions, aucune déviation ne se produit quand on porte l'appareil à 30000 ou 40000 volts. Au contraire, dès qu'un courant de haute fréquence se produit, il dévie.

Cet appareil permet de mesurer une fonction simple de l'intensité maxima, de la période et de l'amortissement des ondes, et il est étalonnable en courant continu. Étudions dans quelles conditions on peut l'utiliser.

Quant un courant continu le traverse, la lame AB est déviée d'abord électrodynamiquement, comme nous l'avons dit déjà, mais aussi par le champ terrestre. La force qui agit et par conséquent la déviation de la lame sont de la forme $f = Ni^2 + Mi$. Il suffit de faire une deuxième observation en inversant le courant dans les lames fixes sans l'inverser dans la lame mobile pour avoir une deuxième équation $f' = - Ni^2 + Mi$ d'où $f - f' = 2\,Ni^2$. Nous opérons le

(*) Il faut que la distance frontale du microscope soit très grande, car sans cela la lame ne serait pas au point dans toutes ses positions, à cause des imperfections de la direction du microscope, de la forme de la surface focale de celui-ci, et aussi à cause de l'attraction due à la masse de verre de l'objectif. Nous avons alors employé un objectif faible, placé sur une monture à crémaillère pour la mise au point, et un oculaire porté par un support indépendant à 80ᶜ de l'objectif.

renversement au moyen d'un appareil à bascule et à godet de mercure, facile à imaginer.

Dans le cas des hautes fréquences, il peut y avoir une différence de potentiel de marche entre CDEF, et la lame mobile, assez grande pour donner lieu à une déviation électrostatique, car l'appareil ne peut jamais être exactement symétrique. La caractéristique de cette action est de ne jamais changer de sens, quelles que soient les connexions de l'appareil et le sens du courant. Elle ne dépend pas de l'intensité I et de l'impédance de $\beta\gamma$. Nous appellerons L le coefficient qui s'y rapporte. D'ailleurs, si l'ondulation était assez amortie, elle pourrait donner lieu à une déviation magnétique par une somme d'impulsions balistiques. On distingue les deux effets l'un de l'autre, en opérant d'abord comme il a été dit; puis, en inversant entre eux X et Y et recommençant les opérations, on a alors quatre équations :

$$\left.\begin{aligned} f_1 &= \phantom{-}NI^2 + MI + LI^2 \\ f_2 &= -NI^2 + MI + LI^2 \end{aligned}\right\} \text{ d'où } f_1 - f_2 = 2\,NI^2$$

$$f_3 = NI^2 - MI + LI^2$$

$$f_4 = -NI^2 - MI + LI^2$$

d'où

$$f_1 + f_2 + f_3 + f_4 = 4\,LI^2$$

$$f_1 + f_2 - f_3 - f_4 = 4\,MI$$

en appelant I l'intensité maxima du courant.

Le facteur M s'est toujours montré négligeable dans nos expériences.

---

# M. A. BLONDEL

Professeur à l'École Nationale des Ponts et Chaussées, à Paris

## SUR L'AUGMENTATION DE LA PUISSANCE MISE EN JEU DANS LES ANTENNES DE TRANSMISSION

*— Séance du 10 août —*

Je me propose de faire connaître un dispositif que j'ai proposé, il y a plus d'un an, dans un pli cacheté déposé à l'Académie et auquel de récents essais faits à l'étranger donnent une certaine actualité.

J'ai pensé à alimenter les oscillateurs, non plus par les bobines de Ruhmkorff, ni par des transformateurs à courants alternatifs (qui du reste paraissent donner des résultats inférieurs), mais par des courants continus à haute tension, fractionnés par un condensateur en shunt.

Ce dispositif, très simple, est indiqué par la figure 1, dans laquelle *a* est le déflagrateur, placé en série avec le primaire du Tesla *f* qui excite l'antenne *g*; *b* est un condensateur shuntant la batterie à haute tension *e*, qui peut être remplacée par une dynamo du genre Thury.

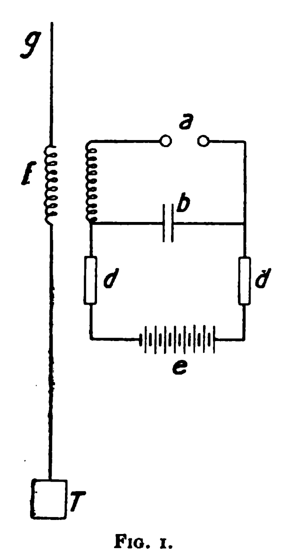


FIG. 1.

La difficulté résidait dans la suppression de l'arc permanent qui tend à se produire à l'étincelle du déflagrateur. Dans ce but, il suffit d'employer, en outre des divers artifices connus (tels que refroidissement du déflagrateur, emploi de métaux anti-arcs), de grandes résistances ou impédances *d* en série entre la batterie et le circuit oscillant, de façon à réduire la vitesse de charge du condensateur. Les meilleurs résultats s'obtiennent avec des rhéostats d'eau distillée.

En réglant leur résistance, toujours relativement grande, on fait varier comme on veut le nombre de décharges oscillantes à la seconde, qu'on peut rendre même aussi réduit que celui d'une machine électrostatique. (Ce dispositif peut être employé aussi pour éviter l'arc sur les courants alternatifs).

L'intérêt du dispositif est de pouvoir augmenter beaucoup plus la fréquence des décharges, jusqu'à plusieurs milliers à la seconde, que par les procédés ordinaires, et de leur maintenir un caractère de parfaite régularité. L'idéal serait d'arriver à une parfaite continuité des oscillations, c'est-à-dire à des décharges se répétant à haute fréquence sans aucune interruption ni amortissement, et tel était le but que je poursuivais en imaginant le dispositif et que d'autres aussi, plus récemment, ont désiré réaliser ainsi. Mais heureusement, quand on réduit trop les impédances additionnelles en vue d'accroître la vitesse de recharge, il s'établit de l'arc au déflagrateur et la décharge oscillante se transforme en un court-circuit de la source à haute tension.

Quelques expérimentateurs (Cooper-Hewitt, Ruhmer, etc.) avaient

espéré dernièrement obtenir des interruptions toujours absolument disruptives au moyen des tubes à mercure, mais ils n'y sont pas parvenus et, quoique l'interrupteur à mercure dans le vide soit évidemment excellent, sinon le meilleur, parce qu'il est indéfiniment régénérable, et que l'absence de l'air favorise la rupture, il ne présente pas de propriétés essentiellement différentes des déflagrateurs entre autres métaux quelconques. Tel qu'il est, le dispositif que j'ai décrit ci-dessus peut avoir des avantages pour la production des signaux à grande distance, quand on emploie comme récepteurs des détecteurs thermiques ou hystérétiques, d'autant mieux impressionnés que la fréquence des trains d'ondes reçus est plus grande.

Il peut avoir également de l'avenir pour les transmissions téléphoniques, sur lesquelles je reviendrai une autre fois.

J'indiquerai seulement comment on peut produire aisément des courants continus à haute tension sans batterie ni machine trop coûteuse.

Par exemple, on peut utiliser une batterie d'accumulateurs alimentant, par l'intermédiaire d'un inverseur tournant, un transformateur de grande constante de temps, comme le montre la figure 2. On obtient ainsi au secondaire une force électromotrice très élevée à onde rectangulaire, qui donne des décharges aussi sensiblement régulières qu'une force électromotrice continue ; tandis qu'une force électromotrice sinusoïdale donne forcément des décharges variables au cours d'une même alternance, aussi bien comme espacement que comme tension.

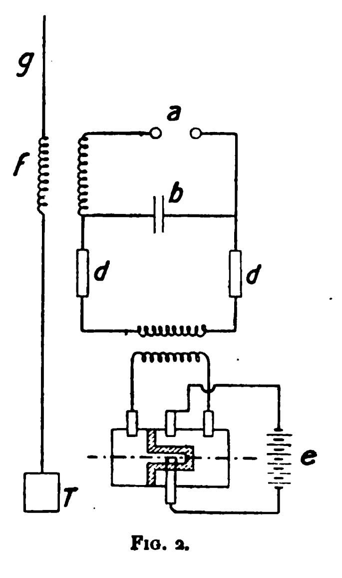


Fig. 2.

## M. Ad. GOY

Pharmacien de 1re classe, ex-interne des Hôpitaux, à Paris

---

### SUR UN NOUVEL APPAREIL DE MESURE DES TEMPÉRATURES D'INFLAMMABILITÉ

---

— *Séance du 10 août* —

Un décret du 18 août 1866 fixe en France à 35° la limite inférieure de température à laquelle les huiles de pétrole destinées à l'éclairage peuvent émettre des vapeurs susceptibles de s'enflammer au contact d'une allumette.

On peut classer les appareils de mesure employés jusqu'ici en deux catégories :

1° Ceux qui emploient pour produire l'inflammation une flamme à pétrole (Garnier, Abel, Pinsky-Martens) ;

2° Ceux qui emploient un fil de platine porté à l'incandescence (Conservatoire des Arts-et-Métiers), ou l'étincelle électrique (Saybolt, Engler).

Les premiers de ces appareils, en raison de la grande variabilité des flammes, ne sont pas comparables entre eux ; d'autre part, la chaleur et le volume relativement grands d'une flamme peuvent accroître brusquement la température du liquide et fausser par défaut les résultats.

Le choix du fil de platine porté à l'incandescence par un courant continu ne nous paraît pas très heureux, puisque certaines vapeurs peuvent d'elles-mêmes produire l'incandescence du fil, sans l'intervention du courant.

Enfin, dans les expériences faites jusqu'ici avec l'étincelle, la nature de cette dernière n'a pas été suffisamment précisée, ce qui cependant a une grande importance pour l'homogénéité des résultats.

L'appareil que nous avons fait construire et dans lequel nous nous sommes efforcé de tenir compte de toutes les conditions du problème est en verre et se compose de trois pièces distinctes *(fig. 1)*.

1° Un anneau C portant deux électrodes de platine distantes de 6 millimètres ;

2° Un tube A gradué en centimètres cubes et dans lequel on met le liquide dont on veut déterminer le point d'inflammabilité;

3° Un récipient de forme ovoïde B, pouvant servir de bain-marie ou de chambre réfrigérante; il est ouvert en *o* d'un orifice circulaire dans lequel peut s'introduire le tube A qui y est maintenu par son bord supérieur, légèrement évasé et qui vient s'appliquer très exactement sur le récipient. Ce dispositif prévient tout mélange de l'eau et du liquide à essayer, ce qui arrive dans le cas d'une circulation trop intense dans le bain-marie.

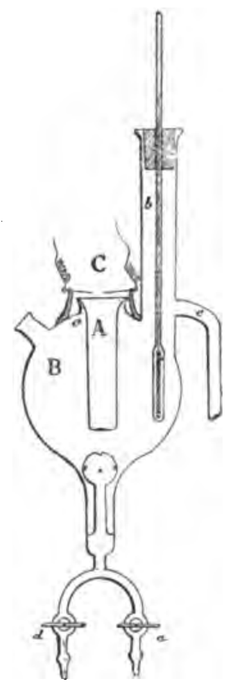


FIG. 1.

En *b* est ajusté un tube servant à maintenir un thermomètre; on aura ainsi à chaque instant la température du milieu où plonge le tube A. A la partie inférieure du récipient B deux tubulures munies de robinets le mettent en communication; l'une *c* avec un robinet d'eau froide, l'autre *d* avec une source d'eau chaude placée à côté de l'appareil à un niveau un peu plus élevé, de sorte que par un simple siphon on peut alimenter le récipient B; enfin, *e* est une autre tubulure par laquelle se déverse le trop-plein de l'eau fournie. Par ce procédé, on modifie à volonté, *très facilement*, la température du bain, par conséquent celle du liquide à étudier, et l'expérience devient réellement pratique.

Pour que l'appareil soit prêt à fonctionner, on place dans le récipient B le vase gradué A contenant le liquide dont on veut déterminer le point d'inflammabilité, puis on coiffe ce vase de l'anneau C muni des électrodes reliées elles-mêmes à une bobine de Ruhmkorff, laquelle est alimentée par deux accumulateurs.

Nous verrons plus loin par le résultat des expériences que le rendement de cette bobine est important à considérer et qu'il doit rester constant si l'on veut obtenir des résultats comparables.

Un très grand soin doit être apporté dans le remplissage du vase A avec le liquide à expérimenter; l'on veillera à ce qu'aucune goutte de ce liquide ne soit déposée sur la paroi du tube au-dessus de la surface du liquide, dans le voisinage des électrodes, ou même sur les extrémités de ces dernières, ce qui pourrait fausser les résultats; donc, on essuiera avec soin les bords du vase avant de commencer l'expérience.

*La température d'inflammabilité est la température à laquelle s'enflamme instantanément une vapeur traversée par une étincelle électrique de température donnée à une distance du liquide également déterminée.*

*Expériences.* — Nous avons fait des expériences comparatives sur les points d'inflammabilité de différents liquides. Elles ont porté sur un volume constant égal à $10^{cmc}$, l'étincelle éclatant à $14^{mm}$ de la surface libre; les résultats ont été les suivants :

| | |
|---|---|
| Acétone | 23° |
| Stelline (distillation fractionnée 80° à 100°) | 25° |
| Stelline (distillation fractionnée de 100° à 120°) | 46° |
| Benzine cristallisable | 27°3 |

Ces liquides forment une *première série* relativement peu inflammable.

Dans une *deuxième série d'expérience*, réciproques des premières, nous nous sommes occupé de quelques liquides plus inflammables que les précédents et qui, dans les conditions de la première expérience (c'est-à-dire à $14^{mm}$. de l'étincelle), s'enflammaient instantanément à la température de 0°. La température était alors maintenue constante et égale à 0°, la distance de l'étincelle étant la variable indépendante. Voici, dans ces conditions, les résultats obtenus pour les liquides suivants :

| Liquides à 0° | distance maxima d'inflammabilité |
|---|---|
| Neufaline | $14^{mm}$ |
| Ether sulfurique | $20^{mm}$ |
| Sulfure de carbone | $27^{mm}$ |
| Ether Hoffmann | $20^{mm}$ |

*Troisième série.* — *a*) Expériences comparatives sur le point d'inflammabilité de la Neufaline et de la Stelline; distance de l'étincelle : $32^{mm}$.

| | |
|---|---|
| Neufaline | 16° |
| Stelline | 35° |

Dans les mêmes conditions, la Stelline s'enflamme donc à 19° au-dessus de la Neufaline.

*b*) Comparaison entre le pétrole Lenthéric et la Stelline; distance de l'étincelle : $27^{mm}$.

| | |
|---|---|
| Pétrole Lenthéric | 16° |
| Stelline | 32° |

On constate une différence de 16° entre le point d'inflammabilité de la Stelline et le pétrole Lenthéric.

*c*) Comparaison entre la Stelline ordinaire et la Stelline distillée de 100 à 120°; distance de l'étincelle : $27^{mm}$.

| | |
|---|---|
| Stelline ordinaire | 32° |
| Stelline distillée 100°-120° | 52° |

Le point d'inflammabilité de la Stelline distillée est retardé, comme on le voit, de 20° par sa distillation fractionnée.

Notre appareil, en plaçant les liquides à étudier dans les conditions les plus exactement semblables que l'on ait réalisées jusqu'ici permet de déterminer avec beaucoup de précision leurs différences d'inflammabilité.

*Quatrième série.* — Pour un certain nombre de liquides, il nous a paru intéressant de déterminer la température d'inflammabilité à des distances variables des étincelles. Nous avons expérimenté sur les liquides suivants : sulfure de carbone, éther sulfurique, éther Hoffman, acétone, benzine cristallisable, alcool absolu. Les résultats de ces expériences sont consignés dans le tableau suivant :

**Températures d'inflammabilité de différents liquides à des distances variables de l'étincelle**

| Distance de l'étincelle | Sulfure de carbone | Éther sulfurique | Acétone | Benzine cristallisable | Alcool absolu |
|---|---|---|---|---|---|
| 14 | —21°0 | —10°0 | 23°0 | 27°3 | 46°0 |
| 20 | — 2,6 | — 2,6 | 23,0 | 28,3 | 48,0 |
| 27 | + 0,9 | + 0,9 | 26,6 | 29,3 | 50,0 |
| 33 | 3,2 | 3,2 | 27,1 | 33,0 | 62,0 |
| 40 | 4,8 | 4,8 | 32,4 | 38,2 | 61,0 |
| 46 | 6,4 | 10,0 | 38,3 | 45,2 | 62,0 |
| 53 | 10,3 | 12,1 | 40,8 | 48,4 | 66,0 |
| 60 | 17,2 | 12,0 | 41,5 | 49,4 | 68,0 |
| 66 | 17,7 | 14,0 | 40,6 | 57,9 | 68,0 |
| 73 | 18,5 | 14,2 | 41,3 | 57,0 | 68,0 |

Le graphique ci-dessous *(fig. 2)* présente ce tableau d'une façon plus intéressante. Nous avons porté en abscisses les distances $d$ de l'étincelle et en ordonnées les températures d'inflammabilité correspondantes $\theta$. L'examen de la ligne brisée qui joint les points bruts, tels qu'ils ont été donnés par les expériences, montre que l'appareil est d'une réelle précision. Nous avons tracé sur ce même graphique les courbes continues qui semblent représenter le mieux possible la marche générale du phénomène. Ces courbes $\theta = f(d)$ présentent une inflexion et tendent à devenir, par leurs extrémités, parallèles à l'axe des distances, ce qui peut d'ailleurs s'interpréter facilement. Traçons, en effet, les droites $\theta = C^{te}$ qui correspondent aux températures d'ébullition des liquides employés pour la pression de $760^{mm}$. Ces droites sont évidemment asymptotes aux courbes

$\theta = f(d)$ correspondantes, en admettant toutefois qu'on laisse écouler un laps de temps suffisant entre l'obtention de la température d'ébullition et la production de l'étincelle, afin de permettre à la diffusion de se produire et de prendre un état stationnaire.

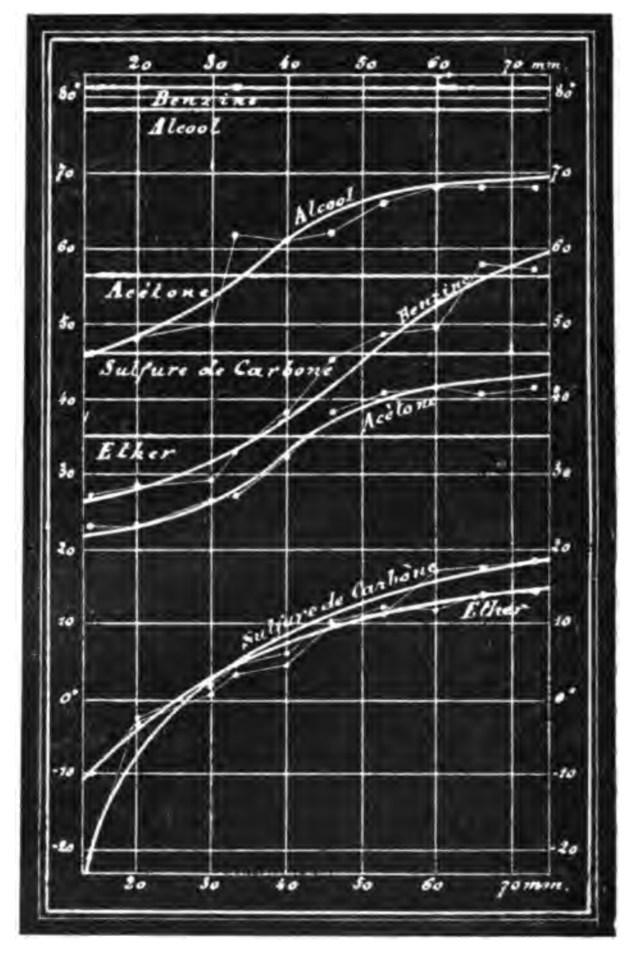



**Fig. 2.**

D'un autre côté, lorsque l'on opère tout à fait au voisinage de la surface liquide, la tension des vapeurs varie très peu et par conséquent aussi la température d'inflammabilité, ce qui explique encore les tendance au parallélisme de la courbe avec l'axe des abscisses au voisinage de l'ordonnée $d = o$.

*Influence de la température de l'étincelle.* — Pour rechercher cette influence, nous avons employé des bobines d'induction différentes munies

de résistances convenables. La première, que nous désignons par (A) donnait 6mm d'étincelle; la seconde (B), 20mm; et enfin le modèle (C) donnait 50mm.

Les électrodes étant distantes de 6mm dans tous les cas, les températures des étincelles de ces bobines étaient évidemment croissantes dans l'ordre (A, B, C), ce dont nous avons d'ailleurs pris soin de nous assurer. La discussion complète des expériences faites à l'aide de la pile thermo-électrique nous permettra, lorsqu'elle sera terminée, d'être plus précis à cet égard. En attendant, les chiffres du tableau suivant montrent d'une façon indubitable que la température de l'étincelle employée est un facteur important et qu'on ne saurait parler nettement des températures d'inflammabilité sans avoir défini avec précision cette circonstance des expériences.

| Bobines | Sulfure de carbone — Distances | | | Éther sulfurique — Distances | | | Benzine — Distances | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 46 | 73 | 14 | 46 | 73 | 14 | 46 | 73 |
| A | 6,8 | 25,0 | 30,8 | — 7,0 | 14,8 | 22,7 | 27,0 | 38,7 | 61,7 |
| B | —21,0 | 10,0 | 16,8 | —10,0 | 10,0 | 14,0 | 27,3 | 45,8 | 57,0 |
| C | (?) | 1,7 | 10,2 | (?) | 1,8 | 7,0 | 20,0 | 40,5 | 46,7 |

Les signes (?) remplacent des températures inférieures à celles que permettaient de réaliser les réfrigérants employés.



La question des températures d'inflammabilité est, on le voit, fort complexe; bien que posée par des exigences industrielles, elle touche de très près aux théories des gaz et des vapeurs et peut y apporter un précieux concours. Nous n'entrerons pas, pour le moment, au cœur de la question; nous avons voulu seulement suggérer la possibilité d'appliquer notre appareil aux spéculations de la Science pure, particulièrement en ce qui concerne l'étude et la vérification des lois de la diffusion de Maxwell et de Stéphan.

# MM. V. THOMAS et LE GORGEU

## SUR LES HALOGÉNURES THALLIQUES [546.52]

— *Séance du 5 août* —

Quoique la découverte du thallium soit relativement récente, le nombre des travaux qu'il a suscités est fort considérable. Il semble, du reste, qu'on ait là une mine de recherches où beaucoup de pionniers pourront encore peiner avec fruit. Les sels thalleux, aujourd'hui bien connus, ont été, il est vrai, un peu délaissés. En revanche, les sels thalliques ont une histoire encore confuse. Les travaux récents de J. Meyer (*), Cushmann (**) et ceux de l'un de nous (***), ont apporté quelque lumière sur ce sujet; malheureusement, les résultats auxquels sont arrivés séparément ces chimistes sont différents et nous avons pensé qu'avant d'aller plus loin il était nécessaire de faire un tri rigoureux pour séparer la bonne semence de la mauvaise et de débarrasser la bibliographie de ce métal des données que nous pouvons dès maintenant considérer comme erronées.

Le thallium forme, avec le chlore, deux chlorures dont l'existence n'a jamais été mise en doute, à savoir le chlorure thalleux $\underline{TlCl}$ et un chlorure thallique $\underline{TlCl^3 naq}$ beaucoup moins connu. On admet, en outre, que ces deux chlorures, en s'unissant ensemble, sont susceptibles de former des sels doubles, à savoir :

$$TlCl^2\,[TlCl^3.TlCl] \qquad \text{et} \qquad Tl^2Cl^3\,[TlCl^3.3TlCl]$$

Les combinaisons bromées signalées correspondent aux chlorures. Quant aux dérivés iodés, leur histoire est encore bien confuse. Quatre composés différents ont été signalés.

$$TlI \qquad TlI^3 \qquad Tl^2I^3 \qquad Tl^3I^4$$

Nous passerons rapidement en revue ces différents types de composés.

(*) J. Meyer, *Z. anorg. Ch.*, t. XXIV, pp. 321-368.
(**) Cushmann, *Amer. Chem. Journ.*, sept. 1900, p. 222.
(***) V. Thomas, Comptes rendus CXXXV, 1051, 1902.

## CHLORURES DE THALLIUM

Le corps dont nous sommes partis pour cette étude est le protochlorure $TlCl$ facile à obtenir à l'état de pureté (*).

*Action du chlore sur le chlorure thalleux.* — a) *Par voie sèche.* — Le chlore, en réagissant sur le chlorure thalleux par voie sèche, donne comme terme ultime de chloruration le bichlorure $TlCl^2$. Les expériences faites à froid ne laissent aucun doute à ce sujet si on a la précaution d'opérer avec du chlore parfaitement desséché.

Si le chlore est humide, la fixation du chlore est plus considérable, mais cette fixation est une conséquence de la fixation d'eau qui se produit en même temps.

Si l'on opère à chaud, à température de fusion du protochlorure, la fixation de chlore ne saurait aller plus loin que celle exigée pour la fixation de bichlorure; en admettant même la production transitoire de trichlorure, ce composé se décomposerait immédiatement (voyez à trichlorure). Les données de Lamy, qui prétend avoir obtenu le perchlorure dans ces conditions, sont tout à fait erronées (**).

On a mis en doute l'existence de ce bichlorure $TlCl^2$ (***). Sa formation à froid, dans les conditions que nous venons de signaler, nous paraît suffisante pour démontrer l'existence chimique de ce composé.

b) *Par voie humide.* — La chloruration du chlorure thalleux, en présence de l'eau, conduit à la formation du trichlorure. Le fait, signalé d'abord par Werther (****), n'est pas, du reste, contesté.

De la solution de chlorure thallique ainsi obtenue il est assez délicat de faire cristalliser le sel sans lui faire perdre de traces de chlore. C'est dans les divers procédés mis en œuvre pour obtenir cette cristallisation qu'on doit rechercher la cause des divergences observées par les différents auteurs.

L'hydrate qu'on obtient toujours est le telvahydrate $TlCl^3.4H^2O$, mais ce telvahydrate est plus ou moins souillé de produits de chloruration inférieure. Werther a signalé, dans ces conditions, la formation d'un monohydrate $TlCl^3.H^2O$; mais ce fait peut être considéré comme erroné.

(*) V. Thomas, *Bulletin Société scientifique et médicale de l'Ouest*, t. X, n° 4. 1901.
(**) Lamy, Au. Ch. Ph. [3], LXVII, p. 404. 1863.
(***) Wiegaud, *Uber Halogenverb in dungen des Thalliums*. Berlin, 1899.
(****) Werther, *Journal für praktische Chemie*, XCI, p. 385. 1864.

Ce trichlorure telvahydraté est stable dans les conditions ordinaires; hygrométrique suivant les uns, il pourrait se conserver sans absorber d'eau suivant les autres. L'un de nous a montré qu'en réalité cet hydrate a une tension de dissociation du même ordre de grandeur que la tension de la vapeur d'eau atmosphérique et que, suivant les cas, il est efflorescent ou hygrométrique (*).

Si on le conserve dans une atmosphère sèche, il s'effleurit complètement et donne le *sel anhydre*. Cette déshydratation ne peut être mise en doute : elle se produit dans le vide sur la potasse sans perte de chlore. A la pression ordinaire, elle se produit rapidement sur l'anhydride phosphorique : *C'est là un mode de préparation pratique du sel anhydre*. [Moyenne de nombreuses analyses T*l*.69.09. C*l*.34.06. Calculé. T*l*.66.02. C*l* = 34.10.]

M. Cushmann et M. J. Meyer n'ont pu ainsi obtenir le sel anhydre; suivant ces auteurs, la déshydratation est accompagnée d'une perte de chlore. D'après M. Cushmann, on ne peut éliminer aucune molécule d'eau sans perte d'halogène; d'après M. J. Meyer, on peut aller jusqu'à la formation d'un monohydrate. Nous considérons que ces résultats ne sont pas exacts et que le seul corps qui se produit dans la déshydratation du chlorure telvahydraté est le sel anhydre.

Toutefois, si on opère la déshydratation *sur un corps impur*, on ne peut arriver au sel anhydre. Il y a là un fait particulier, que nous ne sommes pas seuls, du reste, à avoir remarqué (**). La décomposition du chlorure thallique pendant la déshydratation semble se produire tout d'un coup, et grâce à la formation antérieure d'une très petite quantité de chlorure inférieur : en d'autres termes, il semble que l'existence dans le chlorure thallique hydraté d'une trace de chlorure inférieur soit nécessaire pour amorcer la décomposition. Cette remarque suffit pour expliquer les résultats des chimistes allemand et américain.

Tandis que le chlorure hydraté (à $4\,H^2O$) absorbe très rapidement le gaz chlorhydrique avec formation d'un chlorhydrate de chlorure, $TlCl^3HCl3H^2O$, le sel anhydre, très hygrométrique, ne se combine au gaz chlorhydrique que lorsque ce dernier est imparfaitement desséché. D'autre part, tous les efforts que nous avons faits pour arriver à déshydrater le chlorhydrate de chlorure, sont restés sans résultat. Ce sont là des faits importants pour servir à élucider la

(*) V. Thomas, *Compte rendus* CXXXV, p. 1051. 1901.

(**) M. J. Meyer a bien voulu nous communiquer une partie de ses notes de laboratoire où le phénomène est parfaitement décrit.

composition du chlorure thallique et des hydrates qu'il peut être susceptible de former.

Le chlorure anhydre se réduit facilement : l'hydrogène sulfuré à température ordinaire le décompose complètement, avec dépôt de soufre et formation de protochlorure. L'acide bromhydrique exerce une action multiple : il semble que dans une première réaction il y ait déplacement de l'hydracide

$$TlCl^3 + 3\,HBr = TlBr^3 + 3\,HCl$$

et que le tribromure ainsi formé, instable, se dédouble immédiatement en brome et bibromure.

$$TlBr^3 = TlBr^2 + Br.$$

BROMURE DE THALLIUM

Le bromure $TlBr$, qui nous a servi comme matière première dans ces expériences, s'obtient par précipitation d'un sel de thallium en solution au moyen du bromure de potassium. L'acide bromhydrique dissout aussi très facilement le chlorure avec dégagement d'acide chlorhydrique. La réaction est complète.

Le tribromure hydraté $TBr^3 4\,H^2O$, signalé par l'un de nous (*), préparé comme le chlorure correspondant, est beaucoup moins stable. *A température ordinaire*, nous n'avons pu préparer, par aucune méthode, le sel anhydre : toutes les tentatives n'ont abouti qu'à la formation du bibromure.

Cette série en $TlX^2$ n'est pas, du reste, avec le bromure, d'une stabilité bien grande, puisque l'hydrogène sulfuré le réduit à froid avec formation de bromure thalleux, dépôt de soufre et dégagement d'acide bromhydrique.

IODURES DE THALLIUM (d'après les expériences de M. Le Gorgeu)

Le seul composé qui soit assez bien connu est le protoiodure $TlI$. C'est le type stable auquel se ramènent tous les composés plus iodés sous l'action de la chaleur.

Le triodure a été obtenu par Wells et Penfeld (**), en traitant le protoiodure par l'iode en solution alcoolique et faisant cristalliser.

(*) THOMAS, *Comptes rendus*, CXXXIV, p. 545. 1902.
(**) WELLS et PENFELD, *The American Journal of Sciences*, I,p. 463. 1894.

Pour obtenir ce triodure, il paraît inutile, du reste, d'opérer en présence de solvant. En entraînant de la vapeur d'iode sur du protoiodure, celui-ci se colore immédiatement en noir en fixant lentement, mais régulièrement, deux atomes d'iode.

Le triiodure ainsi obtenu n'est stable ni dans le vide, ni à l'air. A température ordinaire, il a une tension de dissociation notable; il perd lentement de l'iode et laisse comme résidu un iodure intermédiaire dont il est assez difficile de fixer très exactement la formule : ce composé paraît cependant correspondre à l'iodure décrit par Jörgensen, $Tl^3I^4$ (*).

Les iodures de thallium s'éloignent, du reste, notablement des autres halogénures. La série en $TlX^2$ ne pas paraît exister ici. De plus, tandis que le chlorure et le bromure thalleux se combinent très rapidement, le premier au brome, le second au chlore, pour donner des chlorobromures définis, nous n'avons pu jusqu'ici fixer d'iode ni sur le chlorure, ni sur le bromure. Par voie sèche, les chlorures et bromure se colorent à peine; en présence de solvant, la réaction paraît tout à fait différente. Si l'on ajoute, par exemple, une solution alcoolique d'iode à une quantité de chlorure thalleux telle que le rapport entre l'iode et le chlorure soit celui exigé par l'équation

$$TlCl + I^2 = TlClI^2$$

une partie seulement du chlorure thalleux passe en solution. Cette solution abandonne par évaporation des cristaux de triiodure. Le résidu est constitué par du protochlorure inattaqué. Il semble, par suite, que le déplacement apparent du chlore par l'iode soit le résultat d'une réaction plus complète dans laquelle la formation de chlorure d'iode joue le rôle principal.

Si on remplace le chlorure par le bromure, les résultats sont exactement les mêmes.

*Iodure intermédiaire* $Tl^3I^4$. — Jörgensen dit avoir obtenu ce composé :

1° En ajoutant de l'iodure de potassium à une solution étendue de sel thallique;

2° En évaporant à 70° une solution d'iodure thalleux dans l'acide iodhydrique chargé d'iode ; 3° en faisant digérer l'iodure de thallium avec une solution alcoolique ou éthérée d'iode.

Ce troisième procédé de formation est une contradiction avec les données de Wells et Penfield et celles plus anciennes de Nicklès (**).

(*) Jörgensen, *Journal für praktische Chimie* [2], VI, 82.
(**) Nicklès, *Journ. Pharm. Ch.* [4], I, 25.

En réalité, cette contradiction n'est qu'apparente, car, pendant l'évaporation du biiodure une partie commence déjà à se réduire, si bien que, suivant le temps plus ou moins long employé à l'évaporation complète, on obtient soit le triiodure, soit *son produit de dissociation*, soit un mélange des deux composés. Les analyses ne laissent aucun doute à ce sujet :

Produit d'évaporation sur l'acide sulfurique conservé quelque temps sous la cloche à évaporation : I trouvé 41.23. Calculé par $TlI^3$ 43.41.

Ce corps épuisé par du benzène, jusqu'à ce que le solvant ne se colore plus en violet, a donné des chiffres voisins de ceux requis par la formule $Tl^3I^4$ :

| Perte d'iode du résidu (Transformation en $TlI$) | Calculé par $Tl^3I^4$ |
|---|---|
| 10.16 | 11.33 |
| 10.08 | » |
| 10.05 | » |

Abandonné en vase clos en présence de potasse jusqu'à poids constant on obtient un résidu perdant de l'iode lorsqu'on le chauffe.

| | |
|---|---|
| 10.94 Iode | Calculé 11.33 |

Les nombres trouvés pour le produit d'épuisement au benzène sont un peu faibles, mais il est à noter ici que le benzène se colore toujours en jaune lorsque l'élimination de l'iode est complète. Le composé pourrait, par suite, être susceptible non seulement de se dissoudre dans le solvant, mais de subir de sa part une dissociation en iodure plus ioduré et un sel moins riche en iode.

En tout cas ces nombres sont bien différents de ceux que l'on obtiendrait en décomposant le composé $Tl^2I^3$ obtenu par Knœsel (*) pour lequel la perte en iode s'élevait à 16 o/o. Il semble, par suite, qu'on peut admettre que le composé obtenu ci-dessus est celui de Jörgensen.

* KNŒSEL, *Bed. Gesells.* VII, 893.

# M. DAUVÉ

Professeur de Physique au Collège Monge, à Beaune (Côte-d'Or)

## SUR LA VITESSE D'ATTAQUE DES MÉTAUX PAR LES SOLUTIONS SALINES

[542.6]

— *Séance du 6 août* —

I. — Dans la communication que j'ai faite l'année dernière (Congrès de Montauban), j'avais dit que la courbe d'attaque du Z*n* par des solutions de $SO^4Cu$ de concentrations différentes était voisine de celle des conductibilités spécifiques : en réalité, les deux courbes se coupent; dans le diagramme (*fig. 1*), on a porté en abscisses les

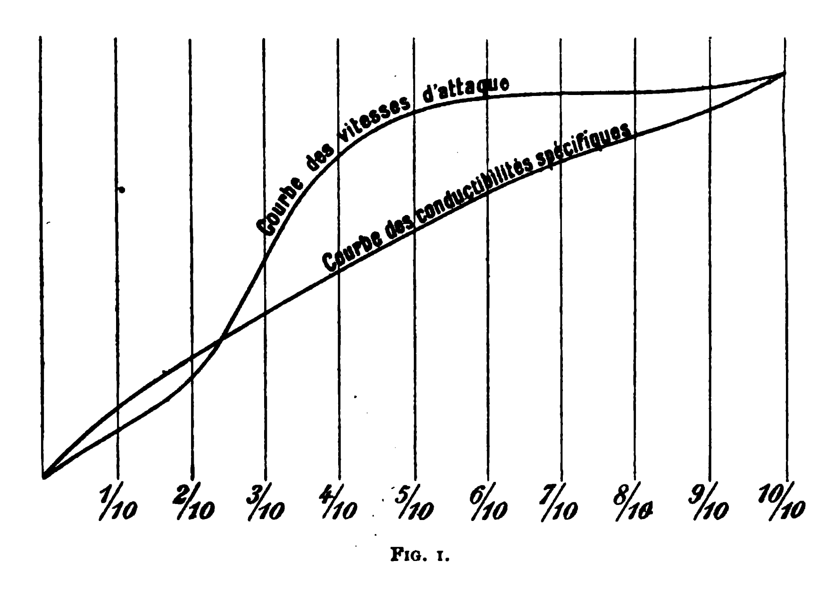



Fig. 1.

concentrations des solutions de $SO^4Cu$ en mol. gr. par litre; on s'est arrangé de façon que la conductibilité spécifique de la solution de $SO^4Cu$ à $\frac{10}{10}$ moléc. gr. par litre soit exprimée par le même nombre (11.1) que la vitesse d'attaque de Z*n* par cette solution. (La courbe des conductibilités spécifiques est l'objet de recherches plus précises en cours d'exécution).

*Remarque.* — Avec une solution de $SO^4Cu$ à $\frac{1}{10}$ m. gr. p. l., le dépôt de *Cu* qui se fait sur *Zn* est noir sépia; avec une solution de $SO^4Cu$ à $\frac{10}{10}$ m. gr. p. l. il est franchement rouge; il est d'ailleurs déjà rouge avec une solution à $\frac{6}{10}$ m. gr.; avant de devenir rouge, il est ocreux; il quitte la couleur noire pour devenir ocreux pour une concentration de la solution de $SO^4Cu$ voisine de celle qui correspond au point de rencontre des deux courbes.

II. — Dans les expériences précédentes, la conductibilité spécifique du sel décomposé était sensiblement la même que celle du sel formé (on sait en effet que, à concentration égale, la conductibilité spécifique des solutions des sels de métaux dont le poids atomique est voisin, est sensiblement la même); je me suis proposé de rechercher si, dans le cas contraire, le poids du métal déposé est encore proportionnel au temps.

1° *Zn* plongé dans une solution de $SO^4Ag^2$ à $\frac{1}{100}$ m. gr. p. lit.
Au bout de 30 sec. le poids de *Zn* dissous était de $0^{mmgr}1$.
— 45 — — 0, 2.
— 60 — — 0, 3. (*fig.* 2)

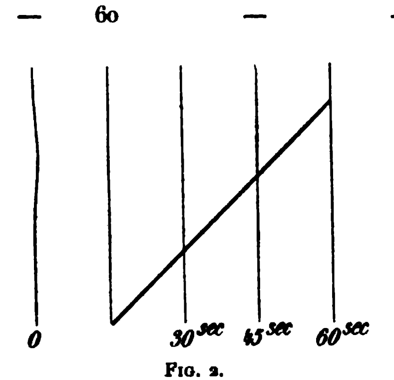


Fig. 2.

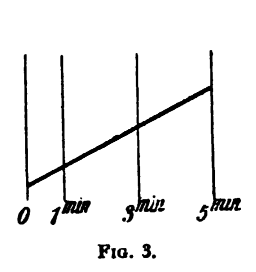


Fig. 3.

2° *Cu* plongé dans une solution de $SO^4Ag^2$ à $\frac{1}{100}$ m. gr. p. lit.
Au bout de 1 min. le poids de *Zn* dissous était de $0^{mmgr}1$.
— 3 — — 0, 2.
— 5 — — 0, 3. (*fig.* 3)

3° *Cu* plongé dans une solution de $AzO^3Ag$ à $\frac{1}{25}$ m. g. p. lit.
Au bout de 2 min. le poids de *Cu* dissous était de $0^{mmgr}2$.
— 4 — — 0, 4.
— 6 — — 0, 6. (*fig.* 4)

4° F*e* plongé dans une solution de $AzO^3Ag$ à $\frac{1}{25}$ m. gr. p. lit.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Au bout de | 10 min. | le poids de Z*n* | dissous était de | $0^{mmgr}15$. |
| — | 30 | — | — | 0, 3. |
| — | 60 | — | — | 0, 5. (*fig. 5*) |

Remarque. — L'expérience suivante, rapprochée de la précédente, montre l'influence de la concentration de la solution saline sur la vitesse d'attaque.

F*e* plongé dans une solution de $AzO^3Ag$ à $\frac{1}{10}$ m. gr. p. lit.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Au bout de | 10 min. | le poids de Z*n* | dissous était de | $0^{mmgr}3$. |
| — | 30 | — | — | 0, 4. |

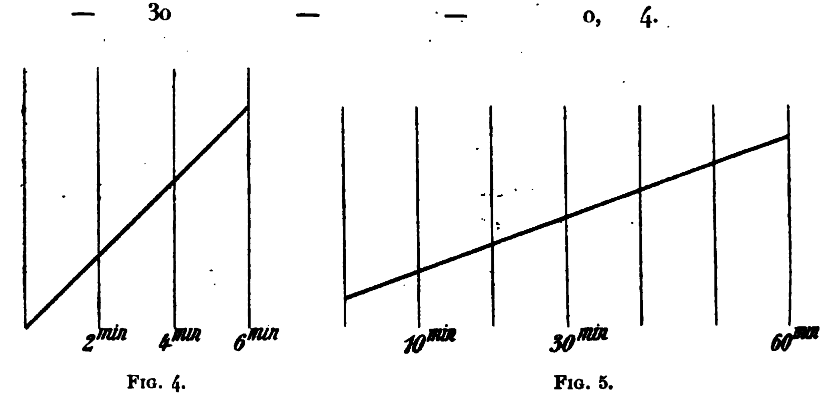



Fig. 4. Fig. 5.

*Conclusion.* — Il semble donc résulter de ces expériences que la loi de la variation de la conductibilité spécifique de la solution saline est sans effet sur la vitesse d'attaque d'un métal par cette solution.

III. — Je me suis proposé d'étudier comment varie la vitesse d'attaque du F*e* par les solutions de $SO^4Cu$, avec la concentration de celles-ci. Malgré de très nombreux essais, je fus obligé d'y renoncer : il arrive en effet (dès que la concentration de la solution de $SO^4Cu$ atteint $\frac{3}{10}$ m. gr. p. l.) que du C*u* reste adhérent au F*e*, même après un frottement prolongé de la surface du F*e* avec un tampon d'ouate imbibé d'alcool : il apparaît alors sous forme d'un voile rosé recouvrant certaines places seulement de la surface du F*e*; il en résulte que l'on est dans l'impossibilité d'obtenir des résultats concordants. Toutefois, j'ai pu vérifier que le poids de F*e* qui se dissout dans une solution de $SO^4Cu$ à $\frac{2}{10}$ m. gr. p. l. varie proportionnellement au temps. En effet :

Fe plongé dans une solution de $SO^4Cu$ à $\frac{2}{10}$ m. gr. p. lit.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Poids de Fe dissous après | 1 min. | d'action de la solut. | de $SO^4Cu$ = | $0^{mmgr}4.$ |
| — | 2 | — | — | 0 5. |
| — | 3 | — | — | 0 6. |
| — | 4 | — | — | 0 7. |
| — | 5 | — | — | 0 8. |
| — | 10 | — | — | 0 5. |
| — | 15 | — | — | 1 9. |
| — | 20 | — | — | 2 65. |
| — | 25 | — | — | 3 2. |

(*fig.* 6)

Remarque. — Quelquefois, dans ces expériences, un peu de Cu adhérait au Fe : on recommençait alors l'expérience. — Le Fe qui a servi aux expériences avait été extrait d'un morceau de « bon fer doux de Suède ».

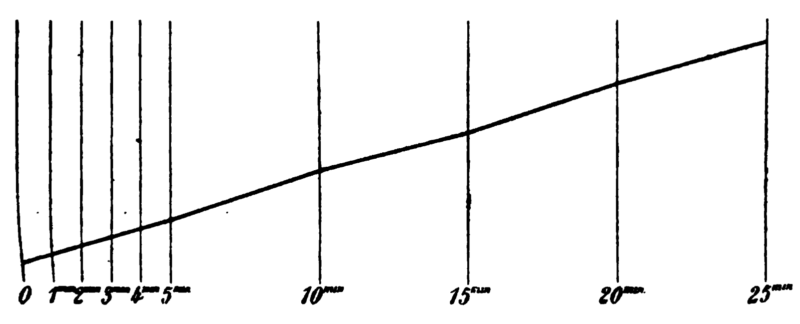



Fig. 6.

IV. — Les expériences suivantes montrent avec quelle lenteur se dépose le métal qui ne se trouve pas dans la couche liquide qui se trouve directement au-dessus du métal attaqué par la solution. Je rappelle (communication faite au Congrès de Montauban) que la section de la cuvette d'ébonite (figurée en coupe) qui a servi dans les expériences est de 12 cmq. 5 environ et que la section du métal attaqué M est de 1 cmq.; on verse 5 cc. de la solution saline; on peut alors facilement chercher quel est le poids du métal du sel dissous contenu dans la couche liquide ABCD qui surmonte le métal M (*fig.* 7).

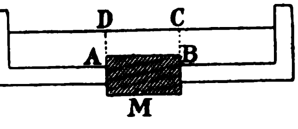



Fig. 7.

*Zn* plongé dans une solution de $SO^4Ag^2$ à $\frac{1}{100}$ m. gr. p. lit.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Poids de *Zn* dissous après | 1 min. d'attaque | = | $0^{mmgr}3$ | (V. Courbe (1) de 30 sec. à 60 sec.) |
| — | 3 | — | 0, 3 | |
| — | 4 | — | 0, 3 | |
| — | 5 | — | 0, 3 | |
| — | 6 | — | 0, 4 | |
| — | 7 | — | 0, 5 | |
| — | 10 | — | 0, 5 | |

Or, le poids de *Zn* nécessaire pour précipiter tout l'A*g* contenu dans la couche liquide ABCD est de $0^{mmgr}3$.

---

M. F. TABOURY

Préparateur à la Faculté des Sciences de Poitiers

## ACTION DU SOUFRE ET DU SÉLÉNIUM SUR QUELQUES COMPOSÉS ORGANOMAGNÉSIENS DE LA SÉRIE AROMATIQUE (*) [542.2-2.3:547.25]

*— Séance du 6 août —*

Sur les conseils de MM. Roux et Bodroux, j'ai entrepris l'étude de l'action du soufre et du sélénium sur les composés organométalliques obtenus en faisant réagir sur le magnésium les hydrocarbures aromatiques bromés dans le noyau. L'action de l'oxygène sur ces composés organomagnésiens ayant fourni à M. Bodroux un certain nombre de phénols (C. R. t. CXXXVI, p. 158), je me suis proposé de voir si on obtient des réactions du même genre avec les autres métalloïdes de la même famille, ce qui devait me conduire à l'obtention de thio et de sélénophénols. L'expérience a confirmé mes prévisions; mais en même temps il se forme une quantité plus ou moins grande de disulfures ou de diséléniures provenant de l'oxydation des composés qui prennent naissance dans la réaction.

J'étudierai successivement l'action du soufre et du sélénium sur les bromures de phénylmagnésium et d'α naphtylmagnésium et l'action du soufre sur les composés

$$Mg \langle {}^{Br}_{C^6H^4Br} \quad \text{et} \quad Mg \langle {}^{Br}_{C^6H^4Cl}$$

(*) Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie de l'Université de Poitiers.

## I. — Action du soufre

1° *Sur le bromure de phénylmagnésium.* — Dans une solution éthérée contenant une demi-molécule-gramme (90gr50) de bromure de phénylmagnésium, je projette par petites portions, en refroidissant le ballon, 16 gr. de soufre en canon pulvérisé, passé au tamis et séché. Le liquide entre aussitôt en ébullition; au bout de quelques instants, il commence à blanchir, s'épaissit et ne tarde pas à se prendre en masse. Je termine l'opération en chauffant doucement pendant une demi-heure, puis je traite par l'eau acidulée d'acide chlorhydrique en évitant toute élévation de température. Si cette dernière condition n'est pas réalisée, il y a un dégagement très abondant d'hydrogène sulfuré.

La solution éthérée, préalablement filtrée, est soumise à un entraînement par la vapeur d'eau. L'éther distille d'abord, puis il passe un liquide incolore plus dense que l'eau. Ce produit est entièrement soluble dans la potasse. Il bout à 168°-170° sous la pression de 750mm. Sa solution alcoolique précipite en jaune par l'acétate de plomb. Il se dissout à chaud dans l'acide sulfurique en le colorant d'abord en rouge puis en bleu.

Ce corps est le thiophénol $C^6H^5SH$. Ses réactions sont bien celles qui ont été signalées par MM. Stenhouse, Friedel et Crafts et Stadler, et d'un autre côté l'analyse m'a fourni les résultats suivants :

Trouvé : H, 5.92; C, 65.11. — Calculé pour $C^6H^5SH$ : H, 5.45; C, 65.45.

La partie qui n'a pas été entraînée par la vapeur d'eau, abandonnée au repos, se prend rapidement en masse. Par cristallisation dans l'alcool on obtient de fines aiguilles blanches qui fondent à 59°-60°.

L'analyse montre que j'ai affaire au disulfure de phényle $(C^6H^5)^2S^2$.

Trouvé : H, 5.03; C, 65,62; S, 29.12 et 30.4.

Calculé pour $(C^6H^5)^2S^2$ : H, 4.58; C, 66.05; S, 29.37.

Ce corps a déjà été obtenu par MM. Kékulé, Stenhouse, Krafft et Vorster.

2° *Sur le bromure d'α naphtylmagnésium.* — Après avoir opéré sur le bromure d'α naphtylmagnésium, comme je l'indique plus haut pour le bromure de phénylmagnésium, j'ai essayé de séparer le thionaphtol par entraînement par la vapeur d'eau. Les résultats étant mauvais, j'ai traité directement la solution éthérée par la potasse. Au bout de 24 heures, j'ai acidulé par HCl la solution alcaline et il s'est séparé une huile légèrement colorée en brun qui, sou-

mise à la distillation, passe à 285° sous la pression ordinaire; c'est le thionaphtol $C^{10}H^7SH$.

Pour identifier ce corps avec celui qu'obtinrent MM. Shertel, Maikopart, Krafft et Shönherr, j'ai préparé son éther benzoïque en faisant agir sur lui le chlorure de benzoyle en présence de chlorure de zinc. Le corps obtenu fondait à 117°-118° comme le thiobenzoate de naphtyle et m'a donné à l'analyse :

| | | |
|---|---|---|
| Trouvé : | H, 4.87 | C, 77.06 |
| Calculé pour $C^6H^5COSC^{10}H^7$ | H, 4.54 | C, 77.27 |

La partie insoluble dans la potasse, abandonnée à elle-même, s'est prise aussitôt en masse et a cristallisé dans l'alcool en petits prismes blancs fondant à 85°. C'est le disulfure de naphtyle $(C^{10}H^7)^2S^2$ que MM. Shertel, Otto, Rösing, Tröger ont préparé par d'autres méthodes

L'analyse en effet donne :

| | | |
|---|---|---|
| Trouvé : | H, 5.10 | C, 75.23 |
| Calculé pour $(C^{10}H^7)^2S^2$ | H, 4.40 | C, 75.47 |

## II. — Action du sélénium

1° *Sur le bromure de phénylmagnésium.* — Dans une solution éthérée renfermant un quart de molécule-gramme (45 gr.) de bromure de phénylmagnésium, je projette 20 gr. de sélénium. La manière d'opérer et les précautions à prendre sont les mêmes que pour le soufre. Je traite par l'eau puis par HCl étendu en évitant toute élévation de température. Il est à remarquer, en effet, qu'il se produit un dégagement abondant de $SeH^2$, si cette précaution n'est pas prise.

Par entraînement à la vapeur d'eau on sépare un liquide huileux, légèrement jaune qui, après rectification, bout à 182° sous la pression ordinaire. Ce corps est identique au sélénophénol $C^6H^5SeH$ obtenu par MM. Krafft et Lyons (D. ch. G., t. XXVII, p. 1761). Récemment distillé il est incolore, mais il prend rapidement une teinte jaune en se transformant en diséléniure de phényle.

La portion qui n'a pas été entraînée par la vapeur d'eau, abandonnée au repos, se prend rapidement en masse. Par cristallisation dans un mélange d'alcool et d'éther, on obtient des aiguilles jaune d'or fusibles à 62°.

Les propriétés et l'analyse de ce produit nous indiquent que nous sommes en présence du « sélénophénol » de M. Chabrié, substance

que MM. Krafft et Lyons ont montré être le diséléniure de phényle $(C^6H^5)^2Se^2$. La détermination du poids moléculaire par la cryoscopie nous donne en effet un nombre double de celui qu'exige la formule $C^6H^5SeH$. Le corps étant insoluble dans la potasse est $(C^6H^5)^2Se^2$ et non $C^6H^5SeH$.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Analyse : Trouvé | H, 3.97 | C, 46.32 | Se, 50.48 |
| Calculé pour $(C^6H^5)^2Se^2$ | H, 3.19 | C, 46.00 | Se, 50.79 |

Poids moléculaire : 1° Benzène : 297 ; 2° Bromure d'éthylème : 317, calculé pour $(C^6H^5)^2Se^2$ : 313.

2° *Sur le bromure d'α naphtylmagnésium.* — On opère comme précédemment. Après les traitements successifs par l'eau et HCl, l'entraînement par la vapeur d'eau ne m'a pas donné de bons résultats. J'ai eu un dégagement abondant de $SeH^2$ et formation de naphtaline. J'ai donc abandonné cette manière d'opérer et j'ai épuisé directement la solution éthérée par la potasse. La solution alcaline, traitée par l'acide chlorhydrique, laisse déposer une huile légèrement rougeâtre plus dense que l'eau. Ce liquide, dont l'étude n'est pas achevée, ne peut distiller à la pression ordinaire sans se décomposer. Il est probablement constitué par le sélénonaphtol $C^{10}H^7$ SeH, car au contact de l'air il s'oxyde lentement en se transformant en diséléniure de naphtyle.

La portion, insoluble dans la potasse, se prend rapidement en masse et par cristallisation dans l'alcool on obtient de beaux prismes jaune orangé fusibles à 87°-88°.

Ce corps est bien le diséléniure de naphtyle $(C^{10}H^7)^2Se^2$, car l'analyse fournit les résultats suivants :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Trouvé | H, 3.7 et 4.1 | C, 59.4 et 58.9 | Se, 38.6 |
| Calculé pour $(C^{10}H^7)^2Se^2$ | H, 3.38 | C, 58.11 | Se, 38.49 |

Poids moléculaire par la cryoscopie :

Benzène : 410 Bromure d'éthylène : 435 Calculé : 415

Le mécanisme de la réaction semble être le suivant : X représentant S ou Se :

$$Mg\begin{matrix}\diagup Br\\ \diagdown R\end{matrix} + X = Mg\begin{matrix}\diagup Br\\ \diagdown X - R\end{matrix}$$

$$Mg\begin{matrix}\diagup Br\\ \diagdown X - R\end{matrix} + HCl = Mg\begin{matrix}\diagup Br\\ \diagdown Cl\end{matrix} + R - X - H$$

La réaction principale donne naissance aux thiophénols et aux sélénophénols. Mais ceux-ci s'oxydent rapidement pour donner les disulfures et diséléniures correspondants

$$\begin{matrix} R - X - H \\ R - X - H \end{matrix} + O = H^2O + \begin{matrix} R - X \\ | \\ R - X \end{matrix}$$

En présence de ces résultats, j'ai cherché s'il n'était pas possible d'obtenir les éthers de ces thio ou sélénophénols en faisant réagir directement un chlorure d'acide sur le composé

$$Mg \begin{cases} Rr \\ X - R \end{cases}$$

d'après la réaction

$$Mg \begin{cases} Br \\ X - R \end{cases} + R' - CO\,Cl = Mg \begin{cases} Br \\ Cl \end{cases} + R' - CO - X - R$$

L'expérience a confirmé mes prévisions.

Je n'indiquerai ici que l'action du chlorure de benzoyle sur les composés

$$Mg \begin{cases} Br \\ S - C^6H^5 \end{cases} \quad \text{et} \quad Mg \begin{cases} Br \\ S - C^{10}H^7 \end{cases}$$

Dans une solution éthérée renfermant 1/2 molécule-gramme de

$$Mg \begin{cases} Br \\ S - R \end{cases}$$

je fais tomber goutte à goutte 1/2 molécule-gramme de chlorure de benzoyle. Une vive réaction se produit. Lorsque tout le chlorure d'acide a été introduit, j'achève l'opération en chauffant quelques instants. Après traitement par l'eau acidulée, je décante la solution éthérée, je filtre, j'évapore et je purifie le produit dans un dissolvant approprié.

*Le thiobenzoate de phényle* $C^6H^5 - CO - S - C^6H^5$ a été obtenu avec un rendement de 35 o/o. Il cristallise dans un mélange d'eau et d'alcool en belles aiguilles fusibles à 56°.

L'analyse donne :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Trouvé | | H, 5.23 | C, 72.61 |
| Calculé pour | $C^6H^5Co - SC^6H^5$ | H, 4.67 | C, 72.89 |

*Le thiobenzoate de naphtyle* fusible à 117°-118° a été obtenu avec un rendement de 40 o/o. L'analyse fournit :

| | | |
|---|---|---|
| Trouvé | H, 4.59 | C, 77.04 |
| Calculé pour $C^6H^5—Co—S\ C^{10}H^7$ | H, 4.54 | C, 77.27 |

Dans ces deux opérations il n'y a pas eu de disulfures.

Les iodures alcooliques réagissent aussi sur les combinaisons organomagnésiennes sulfurées et séléniées. Je me réserve d'étudier cette question ultérieurement.

Après avoir étudié l'action du S et du Se sur les composés organomagnésiens obtenus par action des hydrocarbures aromatiques monohalogénés dans le noyau, j'ai été tout naturellement porté à étudier ces mêmes actions sur les hydrocarbures dihalogénés. Or, M. Bodroux a montré que, dans ce cas, un seul halogène entre en réaction, l'autre paraissant ne pas exister et de plus que, si on opère avec des corps chlorés et bromés, c'est le brome qui réagit.

Je devais donc espérer obtenir les thio et sélénophénols chlorés ou bromés en même temps que des disulfures et des diséléniures chlorés ou bromés. C'est bien ce que m'a montré l'expérience jusqu'ici; car je n'ai eu que le temps d'étudier l'action du soufre sur

$$C^6H^4Br^2\ (1.4) \qquad C^6H^4\ Br\ Cl\ (1.4)$$

et de commencer l'étude sur

$$C^{10}H^7\ Br\ Cl$$

Je vais passer rapidement en revue ces diverses expériences :

1° *Action du S sur*

$$Mg\begin{matrix}\diagup Br\\ \diagdown C^6H^4Br\end{matrix}$$

J'opère toujours de la même façon. Le traitement par l'eau et l'acide chlorhydrique doit être fait avec grand soin, de façon à ne pas élever la température. La solution éthérée, décantée, est évaporée rapidement dans un courant d'air et le produit solide exprimé à la presse. On traite par une solution de potasse, de façon à séparer le thiophénol du disulfure. Après filtration, la solution alcaline est traitée par HCl qui précipite un corps solide blanc fondant après plusieurs cristallisation à 70°-72. La solution alcoolique précipite en jaune orangé l'acétate de plomb. Nous sommes bien en présence du thiophénol parabromé $C^6H^4$ Br SH que Hubner et Alsberg, Bauman et Preusse avaient déjà préparé.

Le rendement varie de 12 à 15 o/o.

La partie insoluble dans la potasse renferme le disulfure, en même temps qu'une certaine quantité de dibromobenzène provenant d'une

certaine quantité de ce produit qui n'a pas réagi. En faisant subir un entraînement à la vapeur d'eau pendant 4 à 5 heures, le dérivé dihalogéné est tout entraîné et il reste un produit inodore qui, après plusieurs cristallisations dans l'alcool, fond à 92°-93° comme le parabromodisulfure de phényle $[C^6H^4Br]^2Se$ obtenu par MM. Hubner et Alsberg par oxydation à l'air de $C^6H^4BrSH$.

Du reste le dosage du Br m'a donné { Trouvé Br o/o 42.12. / Calculé Br o/o 42.32.

2° *Action du S sur*

$$Mg \begin{array}{l} \diagup Br \\ \diagdown C^6H^4Cl \end{array}$$

Même opération que précédemment. La solution alcaline acidulée par HCl précipite un produit solide qui, après avoir été séparé à la presse d'un produit huileux qui le souille fond après cristallisation dans l'alcool à 54°.

Chauffé avec $SO^4H^2$, la solution se trouble puis prend une coloration violette. La solution alcoolique précipite l'acétate de plomb en jaune. Il présente tous les caractères du

$$C^6H^4 \begin{array}{l} \diagup Cl \\ \diagdown SH^4 \end{array}$$

étudié par Otto.

Le rendement est de 12 o/o.

La partie insoluble dans la potasse est soumise à l'entraînement par la vapeur d'eau, qui débarrasse le produit du benzène chlorobromé (1-4). Après plusieurs cristallisations du produit non entraîné, on obtient de fines lamelles fondant à 70°-71°. C'est le disulfure de phényle chloré $(ClC^6H^4)^2S^2$.

Son point de fusion est le même que celui de $(ClC^6H^4)^2S^2$ obtenu par Otto.

Du reste l'analyse m'a donné :

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Trouvé | H o/o | 3.04 | 3.23 | C o/o | 50.20 | 49.82 |
| Calculé | H o/o | 2.78 | | C o/o | 50.17. | |

Je poursuis l'étude de l'action du soufre sur les composés $C^{10}H^6Br^2$ $C^{10}H^6BrCl$ et l'action du sélénium sur tous ces composés dihalogénés.

Les dérivés halogénés dans la chaîne réagissent aussi de la même façon sur le magnésium, puis sur le soufre, pour donner des mercaptans. J'ai ainsi obtenu le benzylemercaptan en même temps qu'un peu de disulfure de benzyle.

## M. le Dr Ch. SCHMITT

A Paris

### SUR QUELQUES DÉRIVÉS DES ÉTHERS ACYLCYANACÉTIQUES

— *Séance du 8 août* —

On peut hésiter pour les éthers acylcyanacétiques et leurs dérivés entre la formule méthinique (I) qui en fait des composés acétoniques et qui répond bien à leur mode de préparation, et la formule énolique (II) qui est plus conforme à leurs propriétés.

$$\underset{\text{(I)}}{\begin{matrix} R\,CO \\ CN \end{matrix}\!>\!C\!<\!\begin{matrix} H \\ COOCH^3 \end{matrix}} \qquad \underset{\text{(II)}}{\begin{matrix} R-C-OH \\ \| \\ CN-C-COOCH^3 \end{matrix}}$$

Les travaux de MM. Haller et Blanc (*), qui ont fait réagir les iodures alcooliques sur les sels d'argent de ces éthers, et l'étude que nous avons entreprise (**) de l'action des chlorures d'acides sur ces mêmes sels font adopter la formule énolique, conformément à la loi de Claisen, qui dit que l'introduction de radicaux négatifs favorise l'énolisation.

La formule cétonique est à rejeter pour les raisons suivantes :

1° Ces corps ne se conduisent pas comme s'ils contenaient le groupement fonctionnel cétonique. Ils ne donnent ni oximes, ni hydrazones;

2° L'ammoniaque donne uniquement avec les dérivés alcoylacylcyanacétiques, partiellement avec les dérivés acylacylcyanacétiques des dérivés aminés de constitution suivante :

$$\begin{matrix} R-C-OR \\ \| \\ CN-C-COOCH^3 \end{matrix} + NH^3 = \begin{matrix} R-C-NH^2 \\ \| \\ CN-C-COOCH^3 \end{matrix} + ROH$$

3° Enfin, et ceci nous semble plus démonstratif, l'action du chlorure d'acétyle sur le benzoylcyanacétate de méthyle argentique nous a conduit à un corps différent de celui qu'on obtient en faisant réagir

(*) A. Haller. C. R. t. CXXI, 1900, p. 1221. — A. Haller et G. Blanc, *ibid.*, p. 1591.
(**) Ch. Schmitt. C. R. 16 mars 1903.

le chlorure de benzoyle sur l'acétylcyanacétate de méthyle argentique.

La formule méthinique n'admet qu'un seul et même corps, quels que soient les corps dont on est parti.

$$\begin{matrix} CH^3CO \\ CN \end{matrix} \gt C \lt \begin{matrix} COC^6H^5 \\ COOCH^3 \end{matrix}$$

Les réactions qui se sont produites sont les suivantes :

$$\begin{matrix} C^6H^5 - COAg \\ \| \\ CN' - C - COOCH^3 \end{matrix} + CH^3COCl = \begin{matrix} C^6H^5 - COCOCH^3 \\ \| \\ CN - C - COOCH^3 \end{matrix} + AgCl$$

F. 89°.

et

$$\begin{matrix} CH^3 - COAg \\ \| \\ CN - C - COOCH^3 \end{matrix} + C^6H^5COCl = \begin{matrix} CH^3 - COCOC^6H^5 \\ \| \\ CN - C - COOCH^3 \end{matrix} + AgCl$$

F. 61°.5.

On est tenté de se demander si, en partant des sels de sodium des dérivés acylés, on n'obtiendrait pas des corps de formule dicétonique et si les sels d'argent n'ont pas une constitution différente de celle des sels alcalins. Par exemple :

$$\begin{matrix} C^6H^5 - COAg \\ \| \\ CN - C - COOCH^3 \end{matrix} \qquad \begin{matrix} C^6H^5CO \\ CN \end{matrix} \gt C \lt \begin{matrix} Na \\ COOCH^3 \end{matrix}$$

Le cas existe pour les cyanures. On sait que le cyanure de potassium donne avec les chlorures des carbures saturés des nitriles

$$RCl + KCN = KCl + R - C \equiv N$$

tandis que le cyanure d'argent donne les carbylamines de M. Gautier

$$RI + Ag - N \equiv C = AgI + R - N \equiv C$$

Malheureusement, tous les essais tentés dans cette voie sont restés sans résultats. Les dérivés sodés ne réagissent pas.

*Préparation.* — La préparation des éthers alcoylacylcyanacétiques par les iodures alcooliques est facile; il n'en est pas de même pour les éthers acylacylcyanacétiques par les chlorures d'acides; non que la réaction

$$\begin{matrix} CH^3COAg \\ \| \\ CN - C - COOCH^3 \end{matrix} + C^6H^5COCl = \begin{matrix} CH^3COCOC^6H^5 \\ \| \\ CN - C - COOCH^3 \end{matrix} + AgCl$$

s'opère mal, mais à cause de la difficulté d'obtenir des produits secs et de la facile décomposition des corps obtenus.

Les chlorures d'acides, en présence de l'eau, donnent de l'acide chlorhydrique et l'acide correspondant. Ces deux acides déplacent immédiatement le dérivé cyané.

$$2\begin{bmatrix} R - COAg \\ \| \\ CN - C - COOCH^3 \end{bmatrix} + CH^3COCl + H^2O$$

$$= 2\begin{bmatrix} R - COH \\ \| \\ CN - C - COOCH^3 \end{bmatrix} + CH^3COOAg + AgCl$$

Or, les sels d'argent se dessèchent difficilement, même dans le vide, sur l'acide sulfurique. Il faut les porter à 140° pour enlever toute leur eau et à cette température ils se décomposent rapidement.

Les dérivés acylacylés se détruisent à l'air humide, de sorte qu'on obtient presque toujours une huile incristallisable.

Pour la purifier et la débarrasser de ses produits acides, il faut éviter l'emploi de grandes quantités d'eau et de réactifs alcalins qui produiraient immédiatement la réaction suivante :

$$\begin{matrix} R - COCOCH^3 \\ \| \\ CN - C - COOCH^3 \end{matrix} + KOH = \begin{matrix} R - COH \\ \| \\ CN - C - COOCH^3 \end{matrix} + CH^3\,COOH$$

Le procédé qui nous a permis de réduire au minimum cette saponification, consiste à verser l'huile obtenue dans un mortier contenant assez de carbonate de potasse sec pour donner à la masse une consistance de miel, puis à faire tomber quelques gouttes d'eau et à triturer le mélange. La masse devient alors plus ferme et on l'étend sur de la porcelaine poreuse, et on dessèche dans le vide. On reprend ensuite par de l'éther. Si, après évaporation, l'huile est encore acide ou se colore par le perchlorure de fer, on recommence la trituration avec le carbonate alcalin.

Outre les chlorures d'acides gras et aromatiques, nous avons fait réagir le chlorure de paratoluène sulfonique; les dérivés obtenus répondent à la formule

$$\begin{matrix} R - CO - SO^2\,C \left\langle \begin{matrix} CH & CH \\ CH & CH \end{matrix} \right\rangle C - CH^3 \\ \| \\ CN - C - COOCH^3 \end{matrix}$$

*Propriétés.* — Les principaux caractères de ces éthers acylcyanacétiques, dont quelques-uns donnent de très beaux cristaux dont M. Wyrouboff a bien voulu étudier la forme cristalline et que nous sommes heureux de remercier ici, sont :

1° Leur réaction neutre ;

2° L'absence de coloration par le perchlorure de fer ;

3° Leur facile saponification à la température ordinaire par l'eau, les alcalis, les acides ;

4° L'action de l'ammoniac et des amines secs sur les solutions alcooliques ou éthérées qui donne à la fois le dérivé amine

$$\begin{array}{c} R - C - NH^2 \\ \| \\ CN - C - COOCH^3 \end{array}$$

et le sel ammoniacal

$$\begin{array}{c} R\,CO \\ CN \end{array} \!\!>\! C \!<\!\! \begin{array}{c} NH^4 \\ COOCH^3 \end{array}$$

*Nomenclature.* — La nomenclature de ces corps est assez compliquée. Le plus simple est d'en faire des dérivés de l'acide acrylique, le corps :

$$(I)\quad \begin{array}{c} CH^3 - C_\beta\,O - COC^6H^5 \\ \| \\ CN - C_\alpha - COOCH^3 \end{array}$$

est le $\beta$ méthyl, $\beta$ benzoyloxy, $\alpha$ cyanacrylate de méthyle

$$(II)\quad \begin{array}{c} C^6H^5 - C_\beta\,O\,COCH^3 \\ \| \\ CN - C_\alpha - COOCH^3 \end{array}$$

le $\beta$ phényl, $\beta$ acétoxy, $\alpha$ cyanacrylate de méthyle.

On peut rapporter (I) à l'acide crotonique et le nommer benzoyloxycyanocrotonate de méthyle.

De même (II) est l'acétoxycyanocinnamate de méthyle.

Enfin, si l'on veut indiquer que ces corps dérivent de l'acide cyanacétique, que pour le premier radical d'acide la liaison se fait par le carbone ; pour le second, par l'oxygène et qu'on a affaire à un nitrile et non à une carbylamine ;

(I) sera le $\alpha$C acétyl $\beta$O benzoyl $\alpha$C cyanacétate de méthyle ;

(II) le $\alpha$C benzoyl $\beta$O acétyl $\alpha$C cyanacétate de méthyle.

En résumé, dans les réactions que nous avons envisagées, les

éthers acylcyanacétiques se conduisent comme des alcools tertiaires dont les dérivés alcoylacylés peuvent être considérés comme les éthers oxydes et nos dérivés acylacylés comme les éthers sels.

---



## M. J. DUGAST

Directeur de la Station agronomique et œnologique d'Alger


### SUR LES PRINCIPALES VARIÉTÉS D'OLIVES D'ALGÉRIE [634.133.1]

*— Séance du 10 août —*

La question de l'olivier n'est pas nouvelle en Algérie et, peu après la conquête, les premiers colons se préoccupèrent de mettre en valeur les oliviers sauvages et d'utiliser le produit des oliviers cultivés pour la fabrication de l'huile. Des efforts considérables furent faits à cette époque et, en 1854, l'Algérie arrivait déjà avec une production importante. Le mouvement en faveur de l'olivier paraît ensuite s'être sensiblement ralenti, et bientôt tous les efforts des colons se tournèrent vers la culture de la vigne. Mais, en 1893, à la suite de l'abondante récolte de vin dans la Métropole et de la mévente qui s'ensuivit, la question de l'olivier fut de nouveau remise à l'ordre du jour, et depuis elle n'a cessé de s'imposer de plus en plus.

Les diverses assemblées délibérantes de la Colonie : Conseil supérieur, Conseils généraux, Délégations financières, se sont, tour à tour, occupées de cette importante question et ont émis des vœux pour demander qu'on favorise cette branche de la production algérienne.

En 1900, le Gouvernement général décidait d'accorder des primes aux agriculteurs qui créeraient des olivettes, soit par plantation, soit par greffage de sauvageons. Mais, avant de planter ou de greffer, il faut savoir quelles variétés il convient de choisir pour obtenir le maximum de rendement en huile. C'est alors qu'apparut la nécessité de faire l'étude de la composition des nombreuses variétés d'olives disséminées sur le territoire de l'Algérie.

D'autre part, la culture de l'olivier et la production des olives

n'est qu'une partie de l'oléiculture et, si on doit encourager les colons et les indigènes à produire beaucoup de matière première de bonne qualité, il ne faut pas se désintéresser des transformations que la récolte est appelée à subir et chercher à l'utiliser dans les meilleures conditions possibles.

Or, personne ne conteste que la fabrication de l'huile est encore souvent rudimentaire et qu'il reste beaucoup à faire pour augmenter le rendement des olives et améliorer la qualité de l'huile, aussi bien chez les européens que chez les indigènes. C'est pourquoi l'étude des huiles et des tourteaux n'était pas moins indispensable que celle des olives, pour avoir les éléments d'appréciation nécessaires pour réaliser une amélioration d'ensemble et placer les producteurs algériens au premier rang.

C'est ainsi que certains pays voisins, comme le Portugal, l'Italie, la Tunisie, etc. sont arrivés à des résultats considérables par des recherches méthodiques analogues à celles que nous venons d'indiquer, nous donnant l'exemple à suivre pour déterminer les règles d'une bonne fabrication.

L'étude des huiles algériennes était encore utile à un autre point de vue, pour déterminer les variations des caractères chimiques et physiques dans les produits actuels, avec des données obtenues par l'examen d'échantillons de provenance authentique.

Tandis que le Gouvernement général faisait faire une enquête sur les conditions économiques de la culture de l'olivier et la fabrication de l'huile, il nous chargeait de faire l'étude des olives, des huiles et des grignons de la récolte 1901-1902.

Un travail aussi considérable demande nécessairement beaucoup de temps et, commencé à la fin de 1901, il n'a pu être achevé qu'en 1903.

Ces diverses études seront publiées avec tous les détails qu'elles comportent, mais il nous a paru utile de présenter, dès aujourd'hui, au Congrès de l'Association française pour l'Avancement des Sciences, le tableau contenant le résumé des déterminations effectuées sur les olives.

La culture de l'olivier en Algérie ne peut prendre une extension nouvelle qu'à la condition de cultiver de bonnes variétés et d'améliorer la fabrication de l'huile.

## Composition des olives

| PROVENANCE des olives et nom des variétés | Poids de 100 olives en grammes | DANS 100 GRAMMES D'OLIVES | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Pulpe | Noyaux (coques et amandes) | Amandes | HUILE | | |
| | | | | | Pulpe | Amandes | TOTAL |
| Ténes, olives noires. . . . . . | 92 | 66.69 | 33.31 | 3.33 | 23.35 | 1 52 | 24.87 |
| — — panachées. . . . | » | » | » | » | » | » | » |
| Fort-National, olives Achamelal. . . . . | 265 | 81.53 | 18.47 | 1.84 | 13.76 | 0.832 | 14.59 |
| — olives Azibli. . | 305 | 80.40 | 19.60 | 1.85 | 10.36 | 0.833 | 16.57 |
| — grosses olives . | 457 | 83.11 | 16.89 | 1.09 | 19.75 | 0.70 | 20.45 |
| — petites olives. . | 205 | 79.18 | 20.82 | 1.79 | 14.70 | 0.805 | 15.50 |
| Tlemcen, olives sauvages Zemboudj . . . . . . . | 110 | 78.98 | 21.02 | 3.35 | 15.07 | 1.50 | 16.57 |
| — olives Beksi (petite variété assez rare). | 198 | 82.25 | 17.75 | 1.53 | 10.03 | 0.68 | 10.71 |
| — olives demi grosses Teltsi . . . . . . . | 340 | 72.05 | 27.95 | 1.94 | 16.41 | 0.886 | 17.29 |
| — grosses olives Limi. | 594 | 87.75 | 12.25 | 0.96 | 20.68 | 0.435 | 21.115 |
| Haut-Sébaou, olives Aimel . . | 132 | 70.82 | 29.18 | 2.85 | 16.18 | 1.28 | 17.46 |
| — — Aabas . . | 140 | 71.04 | 37.93 | 3.87 | 23.58 | 1.74 | 25.32 |
| — — Achamelal | 105 | 62.07 | 30.34 | 2.12 | 14.60 | 0.954 | 17.46 |
| — — de M. Patard . . . . . . | 172 | 69.66 | 28.96 | 4.28 | 15.15 | 2.31 | 15.55 |
| Jemmapes (Communal de Robertseau), olives greffées Médal. . | 165 | 87.07 | 12.93 | 2.12 | 13.10 | 0.77 | 13.87 |
| — olives greff. Garel. | 186 | 70.20 | 29.80 | 1.73 | 32.98 | 0.89 | 33.87 |
| — — vert. grosses | 360 | 76.42 | 23.58 | 2.80 | 20.64 | 0.86 | 21.50 |
| — Picholine de Monsieur Basso . . . | 370 | » | » | 1.92 | » | » | » |
| — olives ordinaires de M. Basso . . . . | 153 | 70.59 | 29.41 | 4.20 | 13.62 | 1.93 | 15.55 |
| — olives gros. Médal. | 254 | 85.03 | 14.97 | 1.79 | 17.89 | 0.756 | 18.64 |
| — — Basso 1re variété. . . . . . . | 164 | 78.51 | 21.49 | 3.46 | 14.26 | 1.55 | 15.81 |
| — olives Basso 2me variété. . . . . . . | 164 | 75.02 | 24.98 | 2.93 | 13.76 | 1.27 | 15.03 |
| — olives Médal. . . . | 230 | 78.54 | 21.46 | 3.16 | 15.64 | 1.50 | 17.14 |
| Bougie, olives Médal . . . . . | 200 | 82.00 | 19.00 | 2.88 | 14.60 | 1.29 | 15.89 |
| Palestro, olives Zitoun . . . . | 164 | 74.43 | 25.57 | 2.43 | 13.46 | 1.925 | 15.38 |
| — — Bouchrouk Téfaïh . . . . . . . . | 425 | 80.00 | 20.00 | 1.41 | 20.28 | 0.63 | 20.91 |
| — olives Djerradj . . . | 345 | 84.93 | 15.07 | 1.62 | 16.08 | 0.779 | 16.85 |
| Gouraya, — Ouallade . . . | 107 | 79.91 | 29.09 | 2.49 | 16.23 | 1.07 | 17.30 |

Ces chiffres se rapportent aux olives telles qu'on les trouve dans les moulins, et non à des fruits choisis et cueillis à maturité parfaite.

## Composition des olives *(suite)*

| PROVENANCE des olives et nom des variétés | Poids de 100 olives en grammes | DANS 100 GRAMMES D'OLIVES | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Pulpe | Noyaux (coques et amandes) | Amandes | HUILE | | |
| | | | | | Pulpe | Amandes | TOTAL |
| Gouraya, olives Reddou. . . . | 148 | 80.41 | 19.59. | 1.32 | 14.70 | 0.59 | 15.29 |
| — — Djeraiz . . . . | 555 | 85.58 | 14.22 | 1.05 | 23.88 | 0.47 | 24.35 |
| — petit chembal . . . . | 125 | » | » | » | 18.80 | 1.26 | 20.06 |
| Oued-Marsa, olives Bellout . . | 155 | 71.55 | 28.45 | 3.18 | 14.32 | 1.44 | 15.76 |
| — — Kasri . . . | 163 | 80.00 | 20.00 | 2.12 | 17.50 | 0.95 | 18.45 |
| Arba, olives Kasri . . . . . . | 200 | 83.75 | 16.25 | 1.68 | 17.05 | 0.75 | 17.80 |
| Taher, olives El Hamra . . . . | 156 | 79.37 | 20.63 | 2.53 | 17.30 | 1.13 | 18.43 |
| — — Barbachi . . . . | 125 | 79.39 | 20.61 | 0.34 | 16.50 | 0.15 | 16.65 |
| — — Elkachla (petites olives noires. . | 105 | 81.65 | 18.35 | 2.57 | 16.66 | 1.15 | 17.81 |
| — — Zidane . . . . . | 182 | 78.60 | 21 40 | 2.62 | 14.32 | 1.18 | 15.50 |
| Tababort, olives El djeraz. . . | 192 | 82.20 | 17.80 | 1.45 | 16.73 | 0.65 | 17.38 |
| — — El Amra . . | 135 | 79.66 | 20.34 | 2.67 | 17.12 | 1.20 | 18.32 |
| — — Hidane . . . | 121 | 70.38 | 29.62 | 4.17 | 15.40 | 1.87 | 17.27 |
| — — Boukahila. . | 88 | 76.73 | 23.27 | 3.45 | 18.03 | 1.55 | 19.57 |
| Mizrana, olives Boukahila . . | 85 | 64.54 | 35.46 | 3.15 | 25.03 | 1.41 | 26.44 |
| Djurjura, olives Azebli . . . . | 128 | 80.00 | 20.00 | 1.26 | 24.12 | 0.57 | 24.69 |
| — — Azeradj. . . . | 226 | 75.67 | 24.33 | 2.39 | 19.35 | 1.07 | 20.42 |
| — — Achamelal . . | 164 | 78.00 | 22.00 | 1.66 | 12.60 | 0.748 | 13.34 |
| Bel-Abbès, olives Grouzalès. . | 196 | 79.60 | 20.40 | 2.51 | 14.33 | 1.13 | 15.46 |
| — — Morouna. . | 325 | 80.62 | 19.38 | 1.25 | 17.33 | 0.57 | 17 90 |
| — — Mouron. . . | 207 | 82.62 | 17.38 | 2 97 | 11.73 | 1.33 | 13.06 |
| Azeffoum, olives Azemour. . . | 73 | 34.87 | 45.13 | 3.19 | 25.50 | 1.44 | 26.94 |
| Tababort, olives de M. Lochard. | 173 | 71.43 | 28.57 | 3.20 | 19.14 | 1.44 | 20.58 |
| Akbou, olives Bauchout . . . | 280 | 81.64 | 18.36 | 1.33 | 24.07 | 0.60 | 24.67 |
| — — Elyamly . . . . | 155 | 70.73 | 29.20 | 2.91 | 30.07 | 1.32 | 31.39 |
| — — Djerraz. . . . . | 404 | 83.84 | 16.16 | 1.36 | 19.33 | 0.64 | 19.97 |
| Haut-Sébaou. | 180 | 78.50 | 21.50 | 1.85 | 20.91 | 0.83 | 21.74 |
| Dra-el-Mizan, olives de Belkhodja Chérif. | 246 | 76.40 | 23.60 | 2.29 | 20.41 | 1.03 | 21.44 |
| — olives de Boughar-Ahmed . | 225 | 78.03 | 21:97 | 1.37 | 14.21 | 0.63 | 14.88 |
| — olives Michel . . | 168 | 76.34 | 23.66 | 1.84 | 17.75 | 0.83 | 18.58 |
| — — Adjeraz. . | » | 80.00 | 20.00 | » | 26.49 | 0.91 | 27.40 |
| — — Petit Chemlal . . . . | » | 46.00 | 54.00 | » | 15.92 | 1.69 | 17.61 |
| — — Gros Chemlal. . . . | 256 | » | » | » | 21.80 | 1.50 | 23.30 |
| — — Zeboudj . | 135 | 75 | 25 | » | 18.40 | 1.38 | 19.78 |

M. le Dr Charles SCHMITT

A Paris

## TOXICITÉ DU CACODYLATE DE STRYCHNINE [615.9]

*— Séance du 11 août —*

Le cacodylate de strychnine qui nous a servi dans nos expériences a été préparé par action directe de l'acide cacodylique sur la strychnine en présence d'alcool absolu.

Le titre de notre solution était de 0 gr. 2112 de sel par cent centimètres cubes. Un centimètre cube contenait 0 gr. 001639 d'alcaloïde et 0 gr. 000473 d'acide.

Nous avons opéré sur des chiens en injections sous-cutanées avec des doses fortes (0 gr. 002 à 0 gr. 001 de sel par kilogramme d'animal), avec des doses moyennes (0 gr. 001 à 0 gr. 00042), avec des doses faibles inférieures à 0 gr. 00042. Ces dernières ne produisent pas la mort, l'animal se remet dans un délai plus ou moins long.

La toxicité du cacodylate de strychnine, c'est-à-dire la dose minima mortelle pour un kilogramme de chien est donc de 0 gr. 0004224. Elle correspond à 0 gr. 0003278 de strychnine et 0 gr. 0000946 d'acide cacodylique.

Les observations que nous avons pu faire sont les suivantes :

1°) Les doses mortelles faibles tuent plus rapidement que les doses fortes. Avec les premières la mort est survenue dans un espace de temps moyen de quinze minutes, avec les secondes la moyenne de la survie est de vingt-sept minutes.

Le Pr Richet qui, le premier, a signalé ce paradoxe, admet qu'avec les doses élevées « la substance grise de la moelle est si fortement empoisonnée qu'elle ne peut plus donner de convulsions et que le tétanos musculaire est remplacé par la résolution de tous les muscles ». Or « c'est le tétanos musculaire généralisé qui est la cause immédiate de l'asphyxie promptement mortelle ».

En général nous n'avons pu distinguer que deux phases dans la marche de l'empoisonnement : une phase choréique précédée de

légers tremblements, quelquefois d'hyperesthésie, d'une durée de deux à trois minutes; une seconde phase tétanique lui succède sans interruption; elle se termine très rapidement par la mort. D'après Richet, on peut observer dans l'intoxication habilement conduite et pour ainsi dire atténuée par le chlorhydrate de strychnine, quatre phases se suivant dans un ordre bien marqué. Période tétanique, période convulsive, période choréique, période de résolution; l'une ou l'autre de ces périodes pourrait manquer, si la dose est trop faible ou trop forte.

Avec le cacodylate de strychnine il y a, la plupart du temps, absence de convulsion et les mouvements choréiques précèdent toujours les contractures tétaniques.

Le cacodylate de strychnine ne paraît pas s'accumuler. Deux chiens ayant reçu, en deux fois, à 40 minutes d'intervalle, l'un 0 gr. 000459 de sel par kilogramme, l'autre 0 gr. 000428, ont survécu. Ils étaient complètement rétablis quatre heures après la première injection; le premier avait résisté à quatre attaques tétaniques, le second à cinq.

Les jeunes sujets présentent une résistance plus grande.

L'état de santé intervient aussi. Les animaux malades présentent certaines particularités. Un chien complètement paralysé, ayant reçu 0 gr. 001056 par kilogramme, n'a présenté que de faibles convulsions, contrairement à ce que permettait de supposer l'observation de Magendie, qui avait remarqué que chez un hémiplégique les effets de la strychnine étaient plus marqués du côté paralysé. D'un autre côté, un chien choréique a vu ses tremblements diminuer sous l'action d'une dose faible de strychnine (0 gr. 000214); il n'a présenté de secousses tétaniques qu'après avoir reçu une nouvelle dose égale à la première : mais il présenta à la suite de la période de contractures une série de convulsions auxquelles il résista très bien.

Enfin, chez un chien suspect de rage, la phase choréique fit complètement défaut. L'attaque tétanique fut extrêmement violente au début, puis l'animal ne fit plus que quelques légers soubresauts; le pouls s'accéléra de plus en plus, il devint irrégulier et présenta un arrêt toutes les trois ou quatre pulsations. Le temps qui s'était écoulé entre la première contracture et la mort fut de 7 minutes. Dans tous les autres cas il n'avait pas dépassé 4 minutes. Il semble donc que la toxine rabique ait modifié le mode d'action du cacodylate de strychnine. Il est très intéressant de rapprocher la dose mortelle du cacodylate de strychnine de celle des autres sels de cet alcaloïde.

La dose mortelle généralement admise pour le nitrate de strychnine, seul sel pour lequel nous ayons trouvé des chiffres précis, est de 0 gr. 00075 par kilogramme de chien. Pour comparer entre elles les toxicités de plusieurs sels d'un même alcaloïde, il nous semble nécessaire de rapporter les résultats au poids d'alcaloïde contenu, poids variable, comme le montre le tableau suivant :

Sulfate de strychnine :

$(C^{21}H^{22}N^2O^2)^2SO^4H^2 + 5H^2O$ contient 78,04 o/o d'alcaloïde

Chlorhydrate :

$(C^{21}H^{22}N^2O^2HCl + 1\frac{1}{2}H^2O$ contient 84,02 o/o d'alcaloïde

Nitrate :

$C^{21}H^{22}N^2O^2NO^3H$ contient 84,13 o/o d'alcaloïde

Cacodylate :

$C^{21}H^{22}N^2O^2\ (CH^3)\ ^2AsOOH$ contient 77,62 o/o d'alcaloïde

On obtient, suivant la manière de calculer, des résultats qui sont loin d'être négligeables. Dans le cas qui nous occupe, si nous comparons les deux sels, le cacodylate de strychnine est 1,77 fois plus toxique que le nitrate; si nous adoptons l'évaluation en alcaloïde, nous voyons que la strychnine à l'état de sel cacodylique est 1,92 fois plus active qu'à l'état de nitrate. — Il n'y a pas à faire intervenir ici le pouvoir toxique propre de l'acide, qui entre dans la proportion de 0 gr. 0000946 par kilogramme d'animal et dont l'effet serait négligeable s'il était employé seul. Chaque sel d'alcaloïdes est un nouveau poison d'action propre. Un acide inactif par lui-même peut modifier l'effet physiologique de la base à laquelle il est combiné.

---

M. l'Abbé RACLOT

Directeur de l'Observatoire météorologique de Langres

## RÉSUMÉ DES RÈGLES PRATIQUES DE LA PRÉVISION DU TEMPS A COURTE ÉCHÉANCE SUR LE PLATEAU DE LANGRES [551.5:44.33]

— *Séance du 5 août* —

Comme suite à ma communication de l'année dernière au Congrès de Montauban, je me propose de vous entretenir aujourd'hui, non des règles de prévision dues à l'étude de la météorologie dynamique et patrimoine commun de tous les météorologistes, mais plutôt de la combinaison de ces règles avec les signes climatologiques ou prodromes de changements empruntés à la nature du climat langrois. Or, ce climat offrant deux physionomies bien distinctes, celle de l'hiver et celle de l'été, nous les considérerons séparément et cette année nous nous bornerons à l'examen de la saison d'hiver.

### Prévisions d'Hiver sur le Plateau de Langres

Ces prévisions concernent spécialement : 1° le gel et le dégel; 2° la pluie ou la neige; 3° la nébulosité.

#### I. Gel et Dégel

*a)* Du 15 novembre au 15 mars, période hivernale, les gelées devant durer plusieurs jours, sinon même plusieurs semaines, s'annoncent ordinairement, *à la fin d'une période cyclonique*, par le retour du baromètre au-dessus de la normale et la rotation *directe* du vent de l'W. au N. Le refroidissement sera alors d'autant plus intense et durable que la hausse barométrique aura été moins considérable et plus faible; car, si celle-ci est rapide et devient excessive, dépassant par exemple la cote 775, le refroidissement s'arrêtera et l'on n'aura que de faibles gelées nocturnes; le vent pourra même rétrograder à l'W. et ramener un léger réchauffement.

La gelée peut encore survenir sous un régime anticyclonique per-

sistant depuis quelque temps avec les courants équatoriaux. Elle est, dans ce cas, précédée du passage du vent aux régions Nord, sans modification appréciable de pression, et se produit lentement.

Un autre cas plus rare, c'est celui de la gelée survenant par rotation rétrograde du vent du S. au N.-E. par le S.-E. Cette rotation peut se produire par régime anticyclonique, annonçant alors un refroidissement lent et progressif, ou par régime cyclonique ayant pour effet un refroidissement non moins sensible et plus rapide.

Quoi qu'il en soit, le régime des gelées étant établi, à quels signes prévoir le dégel ?

*b)* Le vent quitte les régions Est pour gagner le S. par le S.-E. Le baromètre, encore élevé, baisse, mais lentement, puis oscille dans le voisinage de la normale. L'inversion de température reste très accentuée; au sommet, les minima se relèvent dans le voisinage de 0° et le sol se couvre de givre la nuit, tandis que de grands froids nocturnes persistent dans la vallée : le dégel est proche.

## II. Pluie ou Neige

Quand on prévoit le mauvais temps, l'hiver, sur le plateau de Langres, il est très important de pouvoir annoncer sous quelle forme il se produira. Or les signes de neige diffèrent essentiellement de ceux de pluie.

### 1° *Signes de neige*

Faisons plusieurs suppositions.

*a)* La pluie va se changer en neige. — Le régime pluvieux est installé depuis plus ou moins longtemps; mais le baromètre, qui oscillait jusqu'alors dans le voisinage et peu au-dessous de la normale, descend rapidement. Le vent continue de souffler de S. à W., mais avec une vitesse non proportionnelle à la rapidité de la baisse barométrique, le ciel est couvert de nimbus dont les déchirures laissent entrevoir par intervalle des cirrus chassant de l'W. : la neige va succéder à la pluie par rotation directe du vent à l'W.-N.-W. dès que la cote barométrique avoisinera 745, et couvrira rapidement le sol d'une couche qui aura chance de durée.

*b)* La neige va continuer. — Le lendemain, après une hausse momentanée du baromètre, qui reste bien inférieur à la normale, une nouvelle baisse se produit par rotation rétrograde du vent au

S.-W. : nouvelle chute de neige avec retour du vent au N.-W. et accentuation du refroidissement.

*c)* Le temps va redevenir neigeux. — Après quelques jours de hausse barométrique au-dessus de la normale par vent de N. à E. et froid sensible sur un sol couvert de neige, le vent s'affaiblit, tourne à N., puis à S.-W. par l'W., le ciel se couvre de nimbus, la température s'adoucit, le baromètre baisse et retombe au-dessous de la normale : pas de dégel à craindre, le thermomètre eût-il remonté dans le voisinage de 0°, mais nouvelles neiges à prévoir.

*d)* Poussière de neige. — En temps de gelée, sous un régime de surpression et de courants polaires, survient une faible baisse barométrique accompagnée de rotation rétrograde, mais incomplète, du vent de N.-E. au N.-W et non jusqu'au S.-W. : signes de neige fine, peu abondante et peu prolongée.

*e)* Neige fine et prolongée. — Une dépression importante et méditerranéenne survient en plein régime de vent N.-E., le ciel se couvre d'un voile de cirro-stratus de plus en plus épais par un froid d'au moins 6 à 7° : la neige va tomber en tourbillons et d'autant plus ténue que le froid est plus sensible, de sorte qu'une tourmente de vingt-quatre heures ne fournira guère qu'une couche de 8 à 10 centimètres.

*f)* Grains de neige. — Des nimbus abondent au milieu du jour par vent assez fort du N. avec faibles oscillations barométriques vers la cote 765 : prévoir quelques grains de neige, flocons très peu chargés d'humidité qui ne laisseront sur le sol que des traces insignifiantes, destinées à être *mangées* par le vent.

### 2° *Signes de pluie*

*a)* La neige va se changer en pluie. — Pendant une période neigeuse (vent variable de S.-W. à N.-W. avec le baromètre bas), la hausse barométrique qui accompagne la rotation directe du vent de S.-W. à N.-W. a dépassé la normale et la baisse consécutive de la rotation rétrograde du N.-W. au S.-W n'est plus que très faible, tandis que le vent fraîchit en accentuant son recul jusqu'au S. : c'est le dégel qui s'annonce, surtout si les murs se couvrent de givre, et la neige va faire place à la pluie.

*b)* Le régime pluvieux va continuer. — Le baromètre oscille entre 765 et 755, par vent assez fort de S. à W., baissant quand le vent rétrograde au S. et montant rapidement dès qu'il retourne à S.-W. et W. : persistance du régime pluvieux avec embellies, temps doux.

*c)* Pluie fine ou bruine. — Le baromètre est supérieur à la nor-

male et n'a qu'une faible tendance à la baisse. Un voile de stratus couvre le ciel par vent modéré de S.-W. à W. : bruine qui peut durer plusieurs jours sans éclaircies et sans modification sensible de pression ni de température.

*d)* Verglas et pluie. — A la fin d'une période de gelée, le vent, quittant le N.-E., passe lentement au S. par l'E., le baromètre baisse dans le voisinage et un peu au-dessous de la normale, des cirrus en bandes dégénérant en cirro-stratus et chassant de S.-W. apparaissent et couvrent bientôt tout le ciel d'un voile de plus en plus épais, le réchauffement n'est pas encore sensible et la température reste inférieure à — 5° : neige improbable ou peu abondante et surtout peu durable, plutôt verglas suivi de réchauffement et de pluie. La situation est alors toute différente de celle que nous avons signalée tout à l'heure au paragraphe *c* des signes de neige. Dans ce paragraphe, il s'agissait d'un vent rétrograde du N.-E. au S.-W. avec adoucissement de température semblant annoncer la pluie, tandis que la neige seule était à prévoir. Ici, au contraire, en dépit de la persistance du froid, ce n'est pas la neige mais le verglas et la pluie qu'il faut pronostiquer. Dans les deux cas il y a baisse barométrique avec appel de ralliement au S.-W. des courants supérieurs, cirrus et dérivés. Mais, pour obéir à cet appel, les courants de surface prennent deux routes opposées. Dans le premier, ils vont du N.-E. au S.-W. par le N.-W. avec esprit de retour, dans le second ils gagnent le S. par le S.-E. avec espoir de stabilité.

Il est à remarquer, en effet, que les vents S.-W dus à une rétrogradation du N.-E ou du N. à l'W. reviennent ordinairement, après un ou deux jours, à leur première direction, qu'ils ont provisoirement quittée pour aller faire provision de neige et où ils retournent pour maintenir le froid. Les vents, au contraire, qui sont venus du N.-E. rallier le S. par la voie de l'E. se fixent à leur nouvelle direction. S'ils s'en écartent quelque peu, soit au S.-E., par faible rappel vers l'E., soit au S.-W., sur l'invite des courants supérieurs, ils ne tardent pas à revenir au S., leur quartier général.

Les vents S.-W., descendus du N. par l'W., sont donc des vents de transition, qui n'ont pas le temps de produire un réchauffement sérieux et qui d'ailleurs emmagasinent sur leur passage plus d'humidité que de chaleur. Par contre, les vents S. descendus du N.-E. par l'E. sont des courants de régime qui, sur leur parcours, font une plus ample provision de chaleur que d'humidité et par leur continuité substituent à l'air froid de l'Europe Orientale la tiède atmosphère du Midi de la France.

### III. Nébulosité

En hiver, il n'y a qu'une faible relation entre la nébulosité et la pression barométrique. Ainsi, une pression excessive (de 775 et au-dessus) peut coïncider avec une nébulosité totale, de même qu'une pression un peu inférieure à la normale (par exemple de 760), avec un ciel peu nuageux ou serein. La prévision de la nébulosité doit conséquemment, sans négliger la pression, tenir compte d'autres éléments. En dehors des cas où l'on prévoit le mauvais temps, pluie ou neige, par la même forte nébulosité, quels sont donc ceux où il faut encore l'annoncer, quoique sans précipitations aqueuses de quelque importance ?

*a*) Après un régime pluvieux, un anticyclone s'établit sur la France, tandis que les dépressions continuent de balayer tout le nord de l'Europe; le baromètre se maintient au-dessus de 770; mais le vent continue de souffler des régions Ouest : probabilité de temps nébuleux, sans pluie, mais sans soleil.

*b*) Nous ne sommes plus au centre, mais sur les bords occidentaux de l'anticyclone. Celui-ci, en s'étalant à l'E., a refoulé sur l'Océan les dépressions qui nous avaient auparavant envahis. Le baromètre est remonté au-dessus de la normale; mais le vent, d'ailleurs faible, rétrograde du S. au S.-E. : le plateau va se couvrir de brouillards qui le refroidiront lentement en produisant le givre.

*c*) Signes tirés du givre. — Puisque nous venons de parler du givre, disons ce qu'il faut augurer de son apparition au point de vue de la prévision du temps.

Le givre se forme sur le plateau de Langres dans deux circonstances : sous un régime de surpression et sous l'influence d'une dépression prochaine. Dans la première, qui est celle que nous avons signalée tout à l'heure, il annonce le calme et le beau; car, pendant que le plateau reste enténébré plusieurs jours par le brouillard, les contrées circonvoisines jouissent d'un ciel serein. Dans la seconde, c'est-à-dire si le givre annonce l'approche d'une dépression, il annonce en même temps à quel genre d'ennemi, pluie ou neige, nous aurons affaire.

La neige et le givre ont à la fois deux physionomies analogues et deux caractères opposés. Rien ne ressemble plus à la neige que le givre et rien n'est plus contraire à l'apparition de la neige que la formation du givre. Quand, sous un voile d'alto-stratus chassant de S.-W., vient à se former par vent S. un brouillard de givre provo-

quant un chute de température de 0° à — 3 ou 4° avec baisse barométrique dans le voisinage, ou peu au-dessous de la normale, ce refroidissement n'est que passager, la pluie est proche avec hausse de température de 5 à 6°. De là, le proverbe local : *La neige ne prend pas sur le givre.* Aussi, le brouillard qui accompagne la neige ne laisse-t-il sur les arbres aucune trace de givre et, si celui-ci se forme ensuite, la neige ne reparaît plus. Il n'y a d'exception à cette règle que dans les très basses températures (par exemple inférieures à — 10°). Dans ce cas, le baromètre étant d'ailleurs beaucoup plus bas que dans le précédent, le givre peut se former le matin et la neige lui succéder la soirée, après disparition du brouillard, mais toujours comme précédemment à la suite d'une hausse sensible (de 5 à 6°) du thermomètre.

Le brouillard de givre qui se forme sous un régime de mauvais temps révèle donc une inversion locale et passagère de la température, qui, au niveau du sol, s'abaisse au-dessous de celle des nuages pendant la durée de ce brouillard, mais se relève à son point primitif aussitôt après sa disparition. En conséquence, la seule température qui influe sur la nature des précipitations aqueuses, pluie ou neige, étant celle de la région des nuages et cette température restant notablement supérieure à celle du brouillard, nous aurons ordinairement, à la suite du givre, la pluie et exceptionnellement la neige : la pluie, si le minimum du sol n'a pas dépassé — 3 ou 4°, et la neige, si ce minimum s'est abaissé jusqu'à — 10°.

---

## M. DAVID

Météorologiste-adjoint à l'Observatoire du Puy-de-Dôme

### ROULEMENT DU BROUILLARD OBSERVÉ DANS LE RAVIN S.-W. DU PUY-DE-DOME

[551.57 : (44.59)]

— *Séance du 5 août* —

Il m'est arrivé, à trois reprises différentes, d'observer au Puy-de-Dôme un phénomène tout à fait particulier, que j'ai désigné sous le nom de roulement du brouillard. Ce fait m'avait frappé une première fois au mois de février 1902. Je l'ai observé de nouveau deux

fois durant l'hiver 1902-1903 et j'ai pu effectuer quelques déterminations de température. Quand (après une période assez longue de froid intense, pendant laquelle le Puy-de-Dôme, déjà recouvert de neige, reste constamment et sans interruption entouré d'un brouillard épais), le beau temps arrive, le brouillard commence à disparaître d'abord sur le sommet même de la montagne. On voit alors au-dessus le ciel pur, et la montagne elle-même apparaît comme enveloppée d'un voile peu épais (une dizaine de mètres et quelquefois même moins) de brouillard assez compact qui semble faire l'ascension de la montagne du côté d'où vient le vent (généralement N.-E. ou E. N.-E.) et retomber de l'autre côté lentement, sans atteindre la partie culminante de la montagne où se trouve située la tour de l'Observatoire.

Souvent, dans ces conditions, l'éperon situé au S. S.-W. de la montagne est ainsi complètement dégagé du brouillard. C'est ce qui m'a permis d'observer sur la pente à l'E., et près de cet éperon, le phénomène suivant :

Tandis que toute la masse du brouillard semble s'écouler sur les flancs S. et S.-W. du Puy-de-Dôme d'une façon très lente, il arrive quelquefois d'observer dans le ravin qui borde cet éperon à l'E. et dont la pente est d'environ 45°, un fleuve de brouillard animé d'une vitesse très grande. Ce fleuve roule au-dessous d'un léger voile de brouillard qui atteint à peine 50 centimètres d'épaisseur et conserve sensiblement la vitesse de toute la masse environnante. Au contact supérieur de ces deux couches animées de vitesses différentes, on observe des tourbillons tout à fait analogues à ceux se formant sur les rives des cours d'eau; il en est de même au contact du sol, et c'est ce qui permet bien de voir les différences de vitesse des deux couches. On éprouve d'ailleurs la sensation d'un froid très vif quand on descend dans la couche de brouillard animée d'une plus grande vitesse. Mais ce phénomène dure peu, une demi-heure, trois quarts d'heure au plus.

Les mesures de température effectuées le 6 décembre dernier à différents niveaux, dans le brouillard et au-dessus, ont donné les nombres suivants :

| | |
|---|---|
| Température dans la couche uniforme de brouillard sur le sommet même, à côté de l'abri, à environ 4 à 5 mètres au dessous du niveau supérieur du brouillard. . . . . . . . . . . . . . . | — 14° |
| Au pied de la tour (niveau supérieur du brouillard) . . . . . | — 10° |
| Même endroit pendant un passage de brouillard. . . . . . . | — 13°3 |
| Sur le parapet de la tour, 8 mètres au-dessus du brouillard . | — 7° |

Dans la couche de brouillard en roulement, sur le chemin des Mulets allant au Petit-Puy-de-Dôme, à 100 mètres du restaurant on a :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Thermomètre posé sur la neige | | | | — 5°0 |
| — | fronde à $0^m50$ au-dessus du sol | | | — 12°0 |
| — | — | à $1^m50$ | — | — 13°0 |
| — | — | à $0^m30$ | — | — 12°5 |
| — | — | à $1^m$ | — | — 13°3 |
| Au sol, sur la neige | | | | — 5°0 |

Ces mesures, faites entre 1 heure et 1 h. 30 du soir, montrent que la température décroît d'abord très rapidement en s'écartant du sol et conserve ensuite la même valeur presque jusqu'à la partie supérieure du brouillard où sur une très petite épaisseur la température croît de nouveau très rapidement. C'est, je pense, à ces différences de température qu'on peut attribuer le phénomène observé. La masse d'air ainsi saturée d'humidité et à une température très différente des couches supérieure et inférieure se comporte alors comme un véritable liquide et s'écoule dans le ravin comme un torrent.

---

M. Gabriel GUILBERT

Météorologiste à Caen (Calvados)

## DE LA PRÉVISION DU TEMPS PAR LA PRÉVISION DES VARIATIONS BAROMÉTRIQUES

[551-5]

*— Séance du 6 août —*

Au Congrès de Caen, en 1894, c'est-à-dire il y a 9 ans, je décrivais une méthode de prévision du temps basée sur l'observation simultanée du baromètre et des nuages, ou plutôt des *successions nuageuses*. Mais il est évident que la Météorologie possède une autre base de prévision du temps, tout aussi précieuse, beaucoup plus répandue : je veux parler des cartes isobariques.

Au Bureau central météorologique de France, comme dans tous les bureaux similaires d'Europe et d'Amérique, c'est l'étude de ces

cartes qui permet l'établissement de la prévision du temps, aussi bien des tempêtes que des avertissements agricoles.

Ce service ne date pas d'hier : il en est à sa 45e année d'existence; il a donc pour lui la durée, l'expérience et l'examen approfondi et quotidien des cartes isobariques doit certes avoir permis la fixation des lois de la prévision. Hélas ! il n'en est rien, car ces lois se résument en deux lignes : « C'est une question de pure pratique », écrit M. Angot, le savant professeur. *Nous n'avons pas de règles étroites*, dit M. Mascart, l'éminent directeur du Bureau central, mais seulement *une longue pratique* et *une longue expérience*.

Voilà des déclarations formelles autant que décisives. Elles sont, de plus, d'une rigoureuse exactitude. Après un demi-siècle d'existence, la prévision du temps n'a encore ni règles, ni lois. Elle n'a pour se baser que l'expérience acquise et c'est bien peu à notre avis, car l'expérience est toute personnelle, ne se transmet pas, ne s'enseigne pas et, quand celui qui la possède quitte son poste, le successeur se retrouve sans boussole, puisqu'à défaut de l'expérience il n'a pour se guider aucune loi précise, aucune règle invariable. De cette capitale lacune naît fatalement l'absence de tout progrès.

J'ai le désir, dans cette communication, de montrer que l'étude prolongée des cartes isobariques peut conduire, non pas seulement à l'expérience, mais à l'établissement de règles étroites, aussi importantes que faciles.

L'un des principes de la météorologie actuelle, démontré dans tous les traités, est celui-ci : *La force du vent est proportionnelle au gradient.*

Or, ce principe est inexact.

L'observation prouve, en effet, qu'avec un même gradient, il peut se produire indifféremment des vents faibles, modérés ou forts. Des gradients ne paraissant devoir produire que des vents modérés en déterminent parfois de violents, tandis qu'inversement des vents faibles s'observent par un gradient proportionnellement beaucoup plus sensible.

En résumé, des observations prolongées de la force du vent sur les cartes isobariques semblent ne révéler qu'un désordre profond. Les différences constatées paraissent le plus souvent inexplicables et composent un ensemble de faits discordants, incapables en apparence de se plier sous une loi unique.

Cette loi existe cependant et nous croyons l'avoir découverte après plusieurs années de patientes recherches.

En voici l'énoncé :

S'il n'est pas exact de dire que la force du vent est proportionnelle au gradient — principe purement théorique mais injustifiable en fait — il existe un vent animé d'une vitesse déterminée, mesurable selon le gradient et auquel nous donnerons le nom de VENT NORMAL.

De nos mesures, il résulte :

Que le vent *normal* est faible pour un gradient de 1^mm par degré; modéré pour un gradient de 2^mm; fort, avec 3^mm; violent, avec 4^mm.

En dehors de ces vitesses proportionnelles, les vents sont *anormaux*. Ou bien *par excès*, c'est-à-dire trop forts, en raison de la pente atmosphérique; ou bien *par défaut*, c'est-à-dire trop faibles, en considération du resserrement des isobares.

Or, voici l'application pratique de cette loi :

« Lorsque le vent est anormal *par excès*, il entraîne une hausse barométrique survenant dans les 24 heures, hausse proportionnelle en général à l'excès de vent constaté. »

Au contraire :

« Lorque le vent est anormal *par défaut*, une baisse barométrique se produit également dans les 24 heures, baisse le plus souvent proportionnelle à l'anomalie observée. »

Et, par voie de conséquence :

« Le vent normal n'amène ni hausse, ni baisse : c'est l'état stationnaire. »

Par conséquent, à l'aide de ces principes, de ces règles précises autant qu'absolues, il est loisible de prévoir les oscillations barométriques du lendemain.

Les conséquences de ce genre de prévision sont importantes. Ainsi, la vitesse des bourrasques est jusqu'ici, pour la science météorologique, une véritable quadrature du cercle. Dans son magistral « *Traité de Météorologie* », M. Angot écrit, p. 297 :

« La vitesse de propagation d'une dépression est extrêmement variable d'un jour à l'autre et la forme de la trajectoire même peut être fort compliquée. La dépression, après avoir suivi d'abord une direction assez régulière, décrit tout à coup une courbe fermée, revenant à un point où elle est passée auparavant..... La vitesse des dépressions est extrêmement variable, même pour une dépression et d'un moment à l'autre. Souvent on en voit qui, après un certain parcours, restent à peu près stationnaires pendant plusieurs jours, puis se remettent en mouvement. »

Et M. Millot, de Nancy, écrit avec une admirable concision :

« Certaines dépressions restent plusieurs jours stationnaires, puis se meuvent tout à coup en parcourant 3 ou 400 lieues en 24 heures. D'autres cheminent régulièrement en avançant seulement de 40 à 50 lieues par jour; d'autres enfin, après avoir marché dans une certaine direction, s'arrêtent tout à coup et s'évanouissent sur place en rebroussant chemin aussi vite qu'elles étaient venues : *leur vitesse comme leur trajectoire semblent donc des plus capricieuses.* »

Telles sont, très exactement, les lois les plus sûres de la météorologie sur l'un des points les plus importants pour la prévision.

Or, avec nos principes, les dépressions cessent d'être *capricieuses*. Leur vitesse et leur trajectoire obéissent à une loi invariable et, par suite, peuvent être déterminées avec une approximation suffisante.

En effet, si je prévois une baisse barométrique sur un point et en même temps une hausse sur une autre région, il résultera nécessairement de ces oscillations inverses un mouvement de translation du centre de dépression. Nous aurons ainsi prévu la vitesse et la trajectoire. Plus encore même : nous déterminerons l'importance prochaine du centre, car, s'il doit se produire $5^{mm}$ de hausse par exemple et, dans le même espace de temps, $10^{mm}$ de baisse, nous nous attendrons à une aggravation du centre de tempête : la dépression se creusera. Si, au contraire, la hausse doit l'emporter, on présumera avec raison l'atténuation des basses pressions : la dépression se comblera.

Et j'arrive ici au résultat le plus important de ma nouvelle méthode, au phénomène que je désignerai sous le nom de COMPRESSION DU CYCLONE.

Supposez qu'en un point quelconque de l'Europe une forte dépression détermine des vents de tempête; rien aujourd'hui, aucune règle, aucune loi, aucune observation, rien, absolument rien ne permet de présager l'avenir de la bourrasque. Le centre se creusera-t-il ? se comblera-t-il ? stationnera-t-il ? La météorologie actuelle ne sait rien, ne peut rien savoir.

Avec l'étude du *vent normal*, au contraire, nous pourrons répondre à ces intéressantes questions. En effet, si je constate des vents *anormaux par excès* en arrière de la dépression, j'annoncerai hausse de ce côté; s'il y a excès en avant du centre, la même prévision de hausse s'imposera; s'il en est de même sur les côtés maniables et dangereux du cyclone, il y aura encore hausse à prévoir. Mais, si partout la hausse doit avoir lieu en avant, en arrière, de tous côtés, il en résultera fatalement la suppression du minimum barométrique, la disparition de la tempête.

Alors que tout Bureau Central météorologique devra envoyer de tous côtés ses avertissements de tempête, de mauvais temps, je pourrai dire : Demain, *la bourrasque aura disparu*, le calme sera complet, les navires en relâche dans les ports pourront sortir sans crainte.

Chose curieuse ! La météorologie actuelle, qui a vu cent fois — mille fois peut-être en un demi-siècle — une dépression disparaître dans ces conditions, n'a pas encore envisagé, même en une hypothèse théorique, la possibilité d'un pareil phénomène. La destruction soudaine d'une tempête ne paraît pas possible.

La météorologie enseigne que dans un cyclone le vent, tout convergent qu'il soit vers le centre, ne peut arriver à combler le vide central, parce qu'il se forme en cette zone un *courant ascendant* : d'où, afflux de l'air par en bas et expulsion par en haut !

Écoutez plutôt M. Angot (p. 280).

« Le vent est convergent tout autour de la dépression dans les régions inférieures. Or, malgré cet afflux d'air incessant par toute la périphérie, une dépression peut persister longtemps, le plus souvent pendant plusieurs jours. Il faut bien que l'air qui arrive à chaque instant vers le centre s'échappe à mesure, sans quoi la dépression se comblerait rapidement. Il ne s'échappe certainement ni par en bas, où il y a le sol, ni par la périphérie, par où il afflue : *C'est donc nécessairement par le haut qu'il est expulsé*. Ainsi, dans toute dépression, l'air possède, en même temps qu'un mouvement tourbillonnaire, un mouvement ascensionnel. »

Nous voici revenus aux courants ascendants, aux pluies de convection, etc., etc.; mais comment, dans le domaine des faits, un mouvement ascensionnel peut-il se produire lors d'une *compression de cyclone ?*

Les vents sont alors forts dans toute la périphérie, et plus ils sont forts plus ils convergent avec énergie vers le centre; plus ils devraient, d'après la théorie exposée ci-dessus, former des courants ascendants, bientôt divergents dans les hautes régions. Jamais la dépression dans cette hypothèse ne pourrait se combler; sa destruction serait absolument impossible. Or, bien au contraire, en réalité, l'observation prouve qu'avec des vents trop forts le centre de dépression peut être instantanément comblé.

La théorie des dépressions doit donc se renouveler. Il faut qu'elle plie devant les faits, qu'elle reconnaisse davantage l'influence prédominante des vents de surface dans l'origine, la durée, la destruction des cyclones. Les théories actuelles, thermique ou mécanique,

sont totalement insuffisantes et, de plus, puisque le vent a le pouvoir, seul, de combler les dépressions, il a seul, aussi, le pouvoir de les faire naître.

Cette hypothèse se vérifie d'ailleurs assez fréquemment sur les cartes isobariques : toutes variations de température et toute précipitation aqueuse étant écartées.

Aussitôt qu'une dépression est formée, elle met en mouvement deux forces opposées : les forces centrifuge et centripète. Le tourbillon est centrifuge, le vent centripète. Le premier cause une perturbation dans l'atmosphère, il produit un vide, il détruit l'équilibre; le second rétablit l'harmonie, l'égalité dans la pression. Il accourt de tous côtés ; il se précipite et se dirigerait même en ligne droite vers le centre, selon la normale au gradient, si le tourbillon déjà formé ne se défendait. Ce tourbillon est en effet centrifuge, et par suite, il veut rejeter sur la périphérie l'air que le vent, centripète, amène vers le centre. De ce conflit peut résulter une véritable tempête. Si la force centrifuge domine la force opposée, le vide, le minimum barométrique s'accentue. Si, au contraire, la force centripète, c'est-à-dire le vent, l'emporte, le centre se comble. Le vent est donc, en réalité, l'ennemi de la dépression. C'est un duel à mort entre deux forces contraires, duel intéressant d'où le vent sort le plus souvent vainqueur et qu'il est facile de suivre, puisque les phénomènes sont tous superficiels. Le gradient, que nous montrent chaque jour les cartes isobariques, représente la force centrifuge ; le vent, la force centripète. Avec vent *normal* il y a égalité entre ces forces; avec vent *anormal par défaut*, prédominance de la force centrifuge; avec vent *anormal par excès*, prédominance de la force centripète.

Ces principes ne sont pas seulement du domaine de la théorie pure : ils ont subi l'épreuve de l'application pratique.

Durant quelques semaines, aux environs de Paris, pendant les mois de mars à mai 1903, j'ai formulé chaque jour des prévisions du temps d'après les cartes isobariques du Bureau Central météorologique.

J'ai pu alors prévoir, non seulement la hausse et la baisse barométriques sur presque toute l'Europe, non seulement indiquer l'importance approximative des oscillations prévues, mais encore souvent délimiter les zones de hausse et de baisse et jusqu'à la ligne de zéro variation qui les sépare. J'ai prévu avec succès de nombreuses disparitions de bourrasques dans les vingt-quatre heures ; annoncé l'atténuation ou l'aggravation des dépressions; l'arrivée

d'anticyclones et, combinant ces nouveaux principes de prévision avec l'observation simultanée du baromètre et des nuages — telle que j'ai décrit cette méthode en 1886 et 1894, — j'ai plus d'une fois prévu l'approche de bourrasques océaniennes, alors absolument invisibles au large, même des côtes irlandaises.

La valeur pratique des nouvelles bases de prévision exposées dans cette communication est donc indiscutable et je suis persuadé que les météorologistes voudraient tous en voir l'application se généraliser.

Pour y parvenir, le moyen le plus pratique et à la fois le plus scientifique et le plus rationnel consisterait dans l'établissement *d'un concours de prévision du temps*, concours qui pourrait être placé sous les auspices du Comité météorologique international. Peut-être se trouvera-t-il dans notre riche et nombreuse Association quelque ami des sciences qui voudra bien doter ce concours — la valeur vénale du prix importe peu — et attacher ainsi son nom à une découverte utile par-dessus tout à la Marine de tous les pays, mais aussi profitable à tout le monde, ainsi qu'au bon renom de la Météorologie française.

---


## M. Bernard BRUNHES

Directeur de l'Observatoire météorologique du Puy-de-Dôme

ET

## M. Jean BRUNHES

Professeur de géographie à l'Université de Fribourg (Suisse)


### LES ANALOGIES DES TOURBILLONS ATMOSPHÉRIQUES ET DES TOURBILLONS DES COURS D'EAU ET LA QUESTION DE LA DÉVIATION DES RIVIÈRES VERS LA DROITE

[551.35]

*— Séance du 6 août —*

### I. La « loi de Baer » et les objections qu'elle soulève

Divers travaux récents ont, d'une part, apporté des notions nouvelles sur le mécanisme de l'érosion fluviale, d'autre part, agité à nouveau la question de la déviation des rivières vers leur droite.

Cette question de la déviation des rivières à droite fut soulevée en

1859 et 1860, d'une façon indépendante, par Babinet, à l'Académie des Sciences de Paris (*) et par E. de Baer, à l'Académie de Saint-Pétersbourg. Ces deux savants crurent remarquer et pouvoir affirmer qu'il y a, dans l'hémisphère nord, une tendance des fleuves à incliner vers leur droite, et ils eurent l'idée de rattacher cette tendance à la rotation terrestre.

A leur suite, plusieurs savants affirmèrent la réalité de cet effet, auquel on a pris l'habitude de donner le nom de « loi de Baer ». Parmi les nombreux travaux auxquels le sujet a donné lieu, et que l'on trouvera énumérés dans un court et très substantiel chapitre de l'excellente *Morphologie der Erdoberfläche* de Penck (**), nous citerons en particulier les études de Suess (***) sur le Danube, et celles de Baines (****) et de Johnston (*****) sur les rivières de la Nouvelle-Zélande et de l'Amérique du Sud : les deux derniers auteurs ont cru observer sur les fleuves de l'hémisphère austral une tendance inverse à incliner sur leur gauche.

Il s'en faut de beaucoup qu'on soit ici en présence d'une « loi » universellement acceptée. Deux sortes d'auteurs se sont incrits en faux contre les affirmations de Babinet et de Baer : d'abord des géographes ou géologues qui, étudiant en détail telle ou telle rivière invoquée à l'appui de la loi, ont montré, ou qu'il n'y avait pas la marque d'une action déviante s'exerçant constamment à droite — c'est ainsi que, dans une thèse de l'Université de Halle, R. Potinecke (******), étudiant en détail un affluent de la Saale, la Bode, montre qu'il n'y a pas en moyenne de différence de hauteur entre les deux rives, — ou encore que l'attaque plus facile de la rive droite, là où elle a été constatée, s'expliquait sans peine

(*) BABINET, *C. R. Acad. Sc.*, XLIX, p. 638 (séance du 31 octobre 1859). La communication de BABINET est intitulée : *Remarques présentées à l'occasion de la communication précédente.* Cette communication est celle d'une expérience du plus haut intérêt de PERROT (même volume, p. 637) que nous n'avons vue citée dans aucune des bibliographies de la question et sur laquelle nous reviendrons. L'omission serait singulière si l'on ne réfléchissait que l'importance du rôle des tourbillons n'a été mise en lumière que très récemment. — Dans le *Handbuch der Geophysik* de SIEGMUND GÜNTHER, l'expérience de PERROT est mentionnée en un paragraphe spécial sous le titre : *Ausflusserscheinungen*, mais sans être aucunement reliée au paragraphe : *Verschiedenheit der Flussufer* (2e Aufl., Stuttgart, 1897, I, p. 242), et dans le volume II, où l'exposé de la loi de Baer est repris avec quelque détail et accompagné d'une abondante bibliographie, la note de PERROT n'est même pas rappelée (2e Aufl., Stuttgart, 1899, p. 914-915 et 954). — En dehors de l'ouvrage de S. GÜNTHER, nous n'avons vu citer le nom de PERROT que tout à fait incidemment dans deux mémoires relatifs à la loi de Baer. Dans une courte note à l'Académie de Saint-Pétersbourg (*Bull. Acad. Imp.*, t. I, p. 571, note, 3 février 1860), BRASCHMANN se contente de traiter mathématiquement la théorie de l'expérience de PERROT sans en déduire aucune conséquence. Dans un mémoire sur la question qui nous occupe, H. DENZLER *(Mitt. naturforsch. Ges. Bern*, Nr. 437 *bis* 439, Bern, 1860, p. 116) indique simplement qu'une vive controverse s'éleva à l'Académie des Sciences de Paris « à la suite d'une expérience instituée par PERROT pour démontrer directement la rotation de la terre », sans donner aucun autre détail sur cette expérience.

(**) A. PENCK, *Morphologie der Erdoberfläche* (Stuttgart, 1894), t. I, p. 351-360.

(***) ED. SUESS, *Ueber den Lauf der Donau (Oesterreichische Revue*, IV, 1863, p. 262).

(****) BAINES, *On the Influence of the Earth's Rotation on Rivers (Trans. New Zealand Inst.*, X, 1877, p. 92).

(*****) KEITH JOHNSTON. *Note on the Physical Geography of Paraguay (Proc. R. Geog. Soc. London*, XX, 1876, p. 494).

(******) R. POTINECKE, *Zur Kritik des Baerschen Gesetzes und seine Anwendbarkeit auf den Flusslauf der Bode.* Inaug. Diss. Halle, 1891. — Voir aussi : BRUNO NEUMANN, *Studien über den Bau der Strombetten und das Baersche Gesetz.* Inaug. Diss. Königsberg i. Pr., 893.

par d'autres causes physiques : différence de constitution géologique des berges, dissymétrie dans l'action des vents, etc. C'est par la prédominance des vents pluvieux venant de l'Ouest et du Nord-Ouest que, dans un mémoire qui est un modèle de discussion minutieuse et précise, MM. Marchand et Fabre (*) ont expliqué la dissymétrie des vallées issues du plateau de Lannemezan. Le cas était d'autant plus intéressant à examiner que les vallées pyrénéennes avaient été citées souvent comme vérifiant la loi : la vallée de la Garonne par Leymerie (**), qui avait écrit à ce sujet à Babinet, celles de ses affluents de gauche par M. Fontès (***), dans une note dont il sera question plus loin.

Les autres adversaires de la « loi de Baer » sont des mathématiciens ou physiciens qui, évaluant l'intensité de la *force centrifuge composée* (****) qui résulte du mouvement relatif de l'eau sur un globe en mouvement, la trouvent beaucoup trop faible pour pouvoir exercer aucune action appréciable. Les auteurs du mémoire précédemment signalé, MM. Marchand et Fabre, n'ont garde d'ailleurs de négliger cet ordre de considérations, et ils montrent qu'en tenant compte du frottement de l'eau sur le fond, les molécules d'eau du Gers, par exemple, ne seraient soumises, du fait du mouvement de la terre, qu'à une action déviante égale au millionième de celle de la pesanteur.

D'ailleurs, dès la séance même de l'Académie des Sciences de Paris qui suivit celle où Babinet formula ses « remarques », plusieurs de ses confrères opposèrent à son raisonnement la petitesse des forces en présence. Sur le mode de calcul, ils n'étaient pas d'accord : Joseph Bertrand paraît même avoir commis au début une erreur qui se retrouve encore aujourd'hui dans d'importants ouvrages de météorologie et de géographie, celle qui consiste à dire qu'un courant d'air ou d'eau dirigé du S. au N. éprouve, du fait de la rotation terrestre, une force dirigée vers sa droite qui n'a pas la même intensité que celle qu'éprouve un courant de même vitesse dirigé de l'E. à l'W. C'est à peu près la même erreur qu'avait commise, cent ans plus tôt, l'astronome Hadley dans son mémoire fondamental sur les alizés, où, le premier, il attribuait à la rotation terrestre l'inflexion vers l'W. des vents réguliers soufflant vers l'équateur. Il l'expliquait en disant qu'un courant aérien dirigé, dans nos régions, du S. au N., vient d'un point où la terre est animée d'un mouve-

(*) E. MARCHAND, Directeur de l'Observatoire du Pic du Midi, et L.-A. FABRE, Inspecteur des eaux et forêts à Dijon, *Les érosions torrentielles et subaériennes sur les plateaux des Hautes-Pyrénées (Comptes rendus Congrès des Sociétés savantes Toulouse 1899*, Paris, Imprimerie Nationale, 1900, p. 182-220, 3 pl.). — M. L.-A. FABRE a repris ces idées dans un travail d'ensemble : *La Dissymétrie des Vallées et la loi dite de De Baer, particulièrement en Gascogne (La Géographie*, VIII, 15 nov. 1903, p. 291-316; carte, coupes et phot., fig. 37-42).

(**) LEYMERIE, *C. R. Acad. Sc.*, XLIX, 1859, p. 795.

(***) FONTÈS *C. R. Acad. Sc.*, CI. 1885, p. 1141.

(****) Cette *force centrifuge composée*, qu'il est nécessaire d'ajouter aux forces réelles agissant sur le corps mobile à la surface du globe, si l'on veut étudier son *mouvement relatif* par rapport au globe animé lui-même d'un mouvement de rotation, est *indépendante de la direction du mobile* et proportionnelle à sa vitesse. Elle est égale à $2\,n\,v\cos\Theta$, si $v$ est la vitesse du corps, $n$ la vitesse angulaire de rotation de la terre, et $\Theta$ la distance au pôle (évaluée en arc de méridien) ou le complément de la latitude. (Voir BRILLOUIN, *Mémoires originaux sur la circulation générale de l'atmosphère*, Paris, Carré et Naud, 1900, p. 51).

ment de l'W. à l'E. plus rapide que celui des points vers lesquels il souffle; la masse d'air entraînée garde donc par inertie, en allant vers le N., une vitesse relative plus grande vers l'E. que le sol sur lequel elle souffle: le vent de S. devient vent de S.-W. Par une raison analogue, un vent de N. doit, en se continuant vers le S., devenir vent de N.-E.

Le raisonnement de Hadley, utile comme moyen mnémotechnique, est insuffisant. En particulier, il n'expliquerait pas la déviation vers la droite des courants aériens soufflant suivant un parallèle, c'est-à-dire d'W. ou d'E.

C'est l'honneur de Ferrel d'avoir, en 1858, introduit en météorologie un calcul correct de l'influence de la rotation terrestre sur les courants aériens, calcul fondé sur le théorème capital de la dynamique des mouvements relatifs, le théorème de Coriolis, dont la célèbre expérience du pendule de Léon Foucault avait été une magnifique illustration.

Il ne semble pas que Babinet et ses confrères aient eu connaissance des mémoires de Ferrel, mais ils invoquent constamment les recherches de Foucault, qui d'ailleurs avaient inspiré directement l'expérience de Perrot qui fut l'amorce de la discussion sur la déviation des cours d'eau. Et Babinet, en dépit de quelques inexactitudes commises au début, affirme du moins très nettement que, s'il y a un déplacement vers la droite des cours d'eau dirigés du S. au N. ou du N. au S., « d'après une importante remarque de M. Foucault, il en est de même pour les rivières allant de l'est à l'Ouest, ou de l'ouest à l'est, ou même dans une direction quelconque. Jusqu'ici, dans les questions analogues, ajoute-t-il, tout le monde, et moi le premier, nous étions complètement dans l'erreur (*). »

Les contradicteurs de Babinet : Delaunay, J. Bertrand, Combes, concluent à l'extrême petitesse des forces dues à la rotation terrestre. Delaunay calcule l'excès de pression qui, dans un canal rectiligne à sectangulaire où coule de l'eau, s'exerce sur la paroi droite. Combes calcule la dénivellation de la surface de l'eau, et déclare que le soulèvement du niveau au bord droit est inférieur à celui que peut produire la plus légère brise.

Ceux qui tiennent pour l'exactitude de la loi de Baer répondent au premier groupe d'objections que, s'il est absolument hors de doute qu'en bien des cas, « d'autres influences plus considérables prédominent et viennent rejeter le fleuve du côté opposé, telles qu'apports sédimentaires des affluents, vents dominants, constitution orographique et géologique des berges, ce qui explique que la déviation vers la droite des fleuves de l'hémisphère Nord soit si peu une règle exclusive, de même que la déviation des fleuves à gauche dans l'hémisphère Sud » (**), il n'y en a pas moins une prédominance de la déviation à droite; qu'on ne trouverait pas d'exemple de fleuve de l'hémisphère Nord qui, forcé de passer par des défilés étroits, affecte entre ces défilés la forme d'une série d'arcs ayant leur convexité à gauche, tandis que le Danube affecte cette forme de « guirlande » dont les arcs sont tous convexes vers la droite, ainsi que l'a remarqué Ed. Suess; que, d'autre part, des fleuves de notre

(*) *C. R. Acad. Sc.*, XLIX, 1859, p. 639.
(**) A. Penck, ouvr. cité, p. 357.

hémisphère, comme le Danube, le Rhin, le Nil, quand ils coulent entre des berges resserrées, creusent davantage leur lit à droite, et cela est manifeste pour le Danube à Vienne (*), pour le Rhin à Maxau, etc. Tels sont les faits qui ont déterminé l'adhésion à la « loi de Baer » de géologues et de géographes de premier ordre, comme Ed. Suess, Élisée Reclus, G. Schweinfurth, et bien d'autres (**).

A la seconde catégorie d'objections on a fait des réponses ingénieuses, parfois un peu spécieuses. On a dit qu'une force, même très faible, agissant très longtemps, pouvait finir par produire des effets sensibles. On a cherché surtout, ce qui était très rationnel, à montrer que les forces dues à la rotation terrestre n'étaient pas hors de proportion avec d'autres forces dont aucun géographe ne met en doute l'action effective. C'est ainsi que Penck, empruntant les calculs de Dunker (***), montre que la dénivellation produite entre le bord droit et le bord gauche d'un fleuve large, par le fait de la force centrifuge composée due à la rotation de la terre, peut atteindre, dans le cas du Rhin en Hollande, le 1/9 ou le 1/15 de la dénivellation due à la pente dans le sens où coule le fleuve. M. Fontès, étudiant la Baïse à Condom, montre que, dans un coude dont le rayon de courbure est de 275 m., la dénivellation, qui entre les deux bords atteint 5 mm., provient, pour 9/10 de la force centrifuge composée due à la rotation terrestre. Les deux forces ne sont donc pas hors de proportion. D'où cette conclusion « qu'on ne saurait négliger les forces de Coriolis avant d'avoir examiné si elles ne sont pas du même ordre que celles dont on tient compte (****) ».

C'est à ce raisonnement que MM. Marchand et Fabre répondent en observant que le rapport des pressions sur les deux rives, dans un cas de ce genre, est égal au rapport des nombres 4001 à 4000, c'est-à-dire trop peu différent de l'unité pour qu'il en résulte une poussée appréciable d'un côté.

Nous croyons que la considération des tourbillons des cours d'eau, dont le rôle capital dans la formation des vallées résulte des travaux de l'un de nous, et la comparaison de ces tourbillons avec les tourbillons aériens permettent d'éclairer la question d'une lumière nouvelle. Elles permettent de tourner, si l'on peut dire, l'objection mathématique en rattachant à la rotation terrestre, non un effet statique, mais une prédo-

(*) E. Suess, mém. cité, et *Der Boden der Stadt Wien nach seiner Bildungsweise, Beschaffenheit, und seinen Beziehungen zum bürgerlichen Leben* (Wien, 1862), p. 77-81.

(**) On a souvent donné de la « loi de Baer » l'expression suivante : dans l'hémisphère Nord les rivières tournent leur concavité à gauche. Cette affirmation, vraie pour un certain nombre de rivières et pour beaucoup de parties d'autres rivières, ne saurait être généralisée : elle se heurte à trop de faits qui la contredisent. Voyez par exemple l'ensemble des fleuves de la Russie ou de l'Amérique septentrionale. — Si tous les fleuves avaient originellement une direction rectiligne, et s'il était bien réel qu'ils dussent porter leur principal effort de creusement vers la droite, ils devraient tous présenter une concavité vers la gauche; mais pour les sillons d'écoulement des eaux qui avaient à l'origine une concavité marquée vers la droite, à supposer que la « loi de Baer » fût rigoureusement vraie, les eaux ont pu fortement travailler sur leur droite sans arriver pour cela à modifier le dessin général du cours d'eau.

(***) E. Dunker, *Ueber den Einfluss der Rotation der Erde auf dem Laufe der Flüsse* (*Zeitsch. f. die gesammten Naturwiss.*, Berlin, N. F., XI, 1875, p. 472). Dunker conclut d'ailleurs contre la réalité de la loi.

(****) Fontès, *C. R. Acad. Sc.*, CI, 1885, p. 1148.

minance du sens d'un effet dynamique, et de répondre à ceux qui sont frappés surtout par ce qu'on peut nommer l'objection géographique, en attirant leur attention sur des faits qui paraissent du même ordre de généralité que la déviation à droite elle-même. En tout cas la présente étude nous paraît rapprocher pour la première fois divers phénomènes météorologiques et géographiques où s'accuse, de manière plus ou moins nette, la prédominance d'un sens de rotation ou d'un signe d'action sur le signe et le sens opposés.

## II. Importance du rôle des tourbillons des cours d'eau et de leur mode d'action

Dans une série de notes et de mémoires résumant des observations faites sur le cours du Nil et sur les vallées des Alpes suisses et françaises (*), l'un de nous a mis en lumière l'action prépondérante des tourbillons des cours d'eau dans le creusement des vallées. C'est le tourbillon qui, dans la généralité des cas, est l'agent principal de l'approfondissement du lit des rivières.

Dans ses mémoires, auxquels sont toujours obligés de recourir les hydrographes qui s'occupent de la régularisation des rivières ensablées et des estuaires des fleuves, M. Bouquet de la Grye a bien montré le rôle des tourbillons et celui de la courbure du lit des fleuves, dans le transport des sables et dans l'affouillement du lit. Il a réussi à reproduire, par une expérience de laboratoire, le fait d'observation que « les plus grandes cotes se maintiennent constamment dans les concavités accentuées (**) ».

« Si l'on verse, dit-il, dans un vase en verre, un liquide un peu plus dense que l'eau (aniline), puis de l'eau, et enfin une couche mince d'une huile quelconque, et que l'on donne aux liquides supérieurs un mouvement de rotation au moyen de palettes, on voit se produire une dépression centrale à la surface de l'huile ; un cône de ce liquide descend au centre de l'eau, *tandis qu'une protubérance d'aniline s'élève du fond du vase.* »

En répétant l'expérience dans une grande cuve, et en remplaçant l'aniline par du sable ou de la vase, on a vu de même le sable qui garnissait le fond de la cuve ramené au centre et soulevé.

Si maintenant l'on considère l'ensemble d'une rivière à son entrée

(*) Jean Brunhes, *Le travail des eaux courantes : La tactique des tourbillons... (Mém. Société fribourgeoise des Sciences naturelles, série Géologie et Géographie*, II, fasc. 4, 1902, p. 153-224, 1 fig., 1 pl. carte, 5 pl. phot.), et *Marmites fluviales et tourbillons (Le Globe*, Genève, *Bulletin*, XLII, 1903, p. 85-93). — Voir aussi : Paul Girardin, *Eaux courantes et tourbillons, d'après* M. Jean Brunhes *(Annales de Géographie*, XII, 1903, p. 357-359).

(**) Bouquet de la Grye. *C. R. Acad. Sc.*, LXXXIII, 1876, p. 797.

dans une partie courbe, on peut comparer le mouvement de ses filets liquides à ceux qui sont provoqués par une rotation dans la cuve à expérience en prenant, pour centre de la cuve, les points successifs de la rive convexe et, pour bord, la rive concave. On comprend ainsi le transport du sable du fond, de la rive concave à la rive convexe, d'où l'idée d'approfondir le lit en faisant appel à la force vive de l'eau elle-même et de recourir à un tracé rationnel de *digues concaves* (*).

M. Bouquet de la Grye assimile un coude de rivière à un arc de grand tourbillon et applique aux rivières courbes ce que ses expériences lui ont révélé sur les tourbillons. Ce que nous en retiendrons ici, c'est la démonstration d'une corrélation nécessaire entre l'élévation du niveau supérieur de l'eau sur l'une des rives et l'approfondissement du lit sur cette même rive.

Nous y ajouterons cette remarque importante que l'affouillement près de la rive concave, pouvant se continuer et s'exagérer, arrive à être beaucoup plus notable que la dénivellation au bord de cette même rive : la dénivellation est un fait qui n'aurait pas frappé les yeux et qui n'a été signalé que par certains observateurs guidés par la théorie (elle est de un demi-centimètre dans les mesures de M. Fontès sur la Baïse à Condom), tandis que l'approfondissement du lit du côté concave et l'ensablement sur le bord convexe sont des faits qui frappent l'observateur le moins exercé. La force centrifuge composée due à la rotation terrestre, bien plus petite en général que la force centrifuge proprement dite due à la courbure d'un coude, agira de même, et il ne faudra pas s'étonner qu'elle puisse produire des effets d'affouillement bien plus notables que ses effets de dénivellation.

Les tourbillons, avons-nous dit, sont les agents par excellence du creusement des vallées. Nous avons montré notamment quelle peut être leur rapidité d'action, même quand il s'agit de l'attaque de roches relativement dures (**). L'étude d'innombrables marmites flu-

(*) « Système des *rives directrices* proposé par M. Edmond Laporte, et plus tard par M. de Vézian. » (Élisée Reclus, *La Terre*, I, *Les Continents* (Paris, 1868), 3e partie, chap. III, paragraphe 6, p. 441, et fig. 120.) — Il résulte de ces considérations qu'en l'absence de toute autre action générale dissymétrique, une rivière présentant des inégalités de profondeur dans son lit décrira une courbe ressemblant à une sinusoïde. Les géographes qui tiennent pour la loi de Baer croient pouvoir affirmer que, même dans le cas où il se produit des méandres, la force centrifuge proprement dite, due à la courbure du lit, dépassant de beaucoup la force que peut produire la rotation terrestre, la rotation terrestre intervient pour favoriser l'action de la courbure dans un sens et la restreindre dans le sens opposé, et pour accroître le développement des sinuosités qui naissent sur la rive droite aux dépens de celle de gauche (Penck, ouvr. cité, p. 356).

(**) Jean Brunhes, *Sur quelques phénomènes d'érosion et de corrosion fluviales (C. R. Acad. Sc.*, CXXVI, 1898, p. 557-560).

viales à tous les stades de leur formation nous a permis de saisir sur le fait toutes les phases successives de l'action des tourbillons. Elles ont présenté, dans un grand nombre de cas, cette protubérance au centre du fond de l'élégante expérience de M. Bouquet de la Grye. Nous avons pu suivre sur des épreuves de photographies stéréoscopiques l'analyse minutieuse de l'action de l'eau et noter même après coup des particularités essentielles auxquelles l'observation directe n'avait pas tout d'abord fait penser, par exemple, la prédominance systématique des tourbillons *sinistrorsum* (c'est-à-dire en sens inverse des aiguilles d'une montre).

On se rend très aisément compte de cette puissance surprenante des tourbillons en poursuivant l'assimilation, précédemment signalée, entre un coude de rivière et un arc de tourbillon.

Prenons un cas tout à fait idéal : celui d'un fleuve coulant dans un canal rectiligne de section rectangulaire, et brusquement arrêté par un coude. A l'un des bords, la paroi tourne court pour se diriger en sens inverse, comme sur nos vieilles routes, à certains tournants dangereux, l'un des bords de la route s'arrête et repart dans la direction opposée, tandis que sur le bord opposé les deux directions successives se raccordent par une demi-circonférence ayant pour rayon la largeur de la route. Une compagnie d'infanterie en marche sur la route change de direction en arrivant au tournant : pour cela, elle tourne autour de l'homme qui est à l'un des bords comme pivot, l'homme qui est au bord opposé double sa vitesse, tandis que celui qui est exactement au milieu de la route conserve au tournant sa vitesse primitive. C'est à peu près ce qui se passera pour notre fleuve théorique, dont le lit subit un changement brusque de direction. Sur l'un des bords du tournant, la vitesse sera presque nulle ; sur l'autre, à peu près double de la vitesse normale. La force vive par litre d'eau écoulé sera donc, au bord extérieur du tournant, le quadruple de ce qu'elle était au régime normal et, comme le nombre de litres est double de ce qu'il était, il en résulte que la force vive disponible par seconde, ou la puissance du filet d'eau au bord extrême du tournant, sera huit fois plus grande qu'elle ne l'était avant le tournant et qu'elle ne le sera après. On s'explique ainsi que cette force vive, localisée en certains points où elle est multipliée d'une façon formidable (*), y donne lieu plus aisément à des érosions

(*) Il y a, dans ce passage du régime d'écoulement en lit rectiligne au régime d'écoulement en tournant, deux circonstances sur lesquelles il y aurait lieu d'appeler l'attention : 1° création de force vive sensible ou énergie cinétique aux dépens d'une partie de l'énergie potentielle du courant ; 2° inégale répartition de cette force vive sensible aux divers points de la section du courant de manière qu'au bord extérieur la force

et que le tourbillon soit l'outil naturel, par excellence, du creusement du lit des cours d'eau.

Si, au milieu du lit d'une rivière ou contre une rive, un obstacle vient créer un point immobile, il se peut que ce point devienne le pivot initial du tourbillon, dont le rayon s'étendra plus ou moins loin, et que la distribution de la force vive sensible aux divers points de la section antérieure de ce tourbillon se répartisse comme dans le tournant du canal précédemment envisagé. En ce cas encore, au bord extérieur du tourbillon, la vitesse sera sensiblement double de la vitesse du cours d'eau, et elle sera presque nulle au centre.

Si un pareil tourbillon n'est pas encore emprisonné et immobilisé dans un moule créé par lui-même, il sera en général plus ou moins entraîné dans le sens même du courant ; en tout cas il tendra à être entraîné. S'il est *sinistrorsum*, la vitesse sera plus grande à son bord droit qu'à son bord gauche et, pour en déduire l'existence d'une différence d'action, il suffit de remarquer que le rapport des puissances de deux filets d'eau aux deux bords est égal au rapport des cubes des vitesses. Si l'une des vitesses est double de l'autre, le rapport des puissances est celui de 8 à 1. Pour que la puissance d'un côté soit le double de l'autre, il suffit que le rapport des vitesses soit de 1,26 à 1 ou de $1 + 1/8$ à $1 - 1/8$, c'est-à-dire que la vitesse d'entraînement du tourbillon soit un huitième de la vitesse linéaire sur son bord.

Une observation directe effectuée par l'un de nous à l'Hexenkessel du Dündenbach (Oberland Bernois), a montré qu'en fait un tourbillon évoluant dans une marmite déjà creusée a une vitesse angulaire constante, c'est-à-dire une vitesse maximum à la périphérie ; le mouvement d'ensemble est nettement comparable à celui d'une meule tournant tout d'une pièce (*).

Cette observation, qu'il serait désirable de voir répéter en d'autres points, prouve que le raisonnement et la comparaison qui précèdent

vive soit très exagérée. En réalité, les choses seraient un peu moins simples ; mais le raisonnement qui précède est suffisamment approché pour donner une image juste de ce qui se passe.

(*) Observations faites par Jean BRUNHES le 29 juin 1903 à l'Hexenkessel du Dündenbach (Kienthal). Il y a là une grande cuve naturelle dans laquelle se précipite une partie des eaux d'une chute ; et il est plus facile qu'ailleurs, à cause des dimensions (diamètres en croix : 9 m. et 10 m.), d'observer l'allure du mouvement tourbillonnaire. J'ai précipité successivement quatre troncs d'arbres et mesuré le temps qu'ils mettaient à faire un tour complet. De ces observations répétées, il résulte nettement que ces énormes flotteurs, à quelque distance qu'ils fussent du centre, mettaient toujours le même temps, soit 12-13 secondes à revenir à leur point de départ : il leur fallait autant de temps pour pivoter sur place au centre que pour faire un circuit complet à la périphérie. Malgré les ridements d'écume qui marquent à la surface les contradictions des courants secondaires, l'ensemble de la masse d'eau paraît donc bien se déplacer comme une meule.

sont, dans leur ensemble, applicables aux tourbillons des cours d'eau qui produisent les marmites.

### III. Prédominance des tourbillons des cours d'eau a rotation directe (en sens inverse des aiguilles d'une montre)

Il résulte des observations qui ont donné lieu à ces travaux sur le rôle des tourbillons, que les tourbillons des cours d'eau, observés soit en activité, soit dans leurs effets, dont les principaux sont les marmites fluviales, présentent dans notre hémisphère une prédominance certaine des tourbillons à rotation directe (c'est-à-dire ayant lieu en sens inverse des aiguilles d'une montre) sur les tourbillons à rotation inverse. On a dit assez souvent que les tourbillons des cours d'eau, tels que ceux qu'on observe au voisinage des bords d'un fleuve ou des piles d'un pont, sont indifféremment, ou plutôt en proportions égales, *dextrorsum* ou *sinistrorsum* (*). Si l'on observe les tourbillons des vallées en plein travail d'érosion, on constate que les tourbillons sinistrorsum sont de beaucoup le cas le plus général. De nombreuses photographies stéréoscopiques prises par nous dans les Alpes Centrales, dans les Alpes Orientales et dans les Pyrénées mettent le fait en évidence avec une parfaite netteté.

Bien plus, des observations statistiques nous mettent en mesure d'affirmer péremptoirement que les tourbillons à rotation inverse des aiguilles d'une montre sont, dans les cours d'eau de l'Europe occidentale et centrale, incomparablement plus nombreux que les tourbillons *dextrorsum* (**).

S'il est établi que les tourbillons *sinistrorsum* se produisent de préférence, il en doit résulter une action érosive plus active sur le bord droit du cours d'eau, soit que le bord du tourbillon effleure la rive, soit surtout que le lit lui-même, dans une région qui est le siège d'un tourbillon, soit creusé plus profondément dans la moitié droite du cercle de base du tourbillon, et nous allons retrouver ici la dissymétrie signalée pour la distribution des profondeurs dans la section transversale d'un fleuve.

(*) Nous rappelons, pour éviter toute confusion, que nous prenons pour synonymes, d'une part : rotation dans le sens des aiguilles d'une montre, rotation *dextrorsum*, rotation *inverse*, et, d'autre part, leurs contraires : rotation en sens inverse des aiguilles d'une montre, rotation *sinistrorsum*, rotation *directe*. Les mots *direct* et *inverse* sont employés surtout en astronomie.

Les vis employées en Europe sont *dextrorsum ;* elles s'enfoncent en tournant dans le sens des aiguilles d'une montre. La plupart des marmites fluviales présentent au contraire un pas de vis *sinistrorsum*, résultant d'un mouvement de rotation en sens inverse des aiguilles d'une montre.

(**) Voir Jean Brunhes, *Sur le sens de rotation des tourbillons des cours d'eau dans l'Europe centrale. (C. R. Académie des Sciences*, Séance du 11 avril 1904).

Comment procèdent en réalité les eaux entraînées dans un mouvement tourbillonnaire? Comment agissent-elles exactement sur le fond? Le problème est très délicat : les filets d'une nappe d'eau qui entrent dans un trou et participent à un tourbillon ressortent en contredisant partiellement le mouvement des nouveaux filets qui surviennent; de là des mouvements contraires et embrouillés qui se laissent difficilement analyser.

Mais les « marmites », c'est-à-dire ces curieuses formes d'érosion produites par les tourbillons, peuvent ici heureusement intervenir pour nous fournir des documents : elles nous offrent, lorsqu'elles sont encore jeunes et fraîches, ou du moins lorsqu'elles ont été bien conservées, des informations indiscutables, et par certains types de marmites, notamment par le type de marmite interrompue ou inachevée (type à fond conique), on peut discerner quelques-uns des faits qui caractérisent le mode d'opérer des tourbillons. Plusieurs marmites présentent sur leurs parois verticales un sillon hélicoïdal tracé par une vis gigantesque tournant en sens inverse de nos vis usuelles. Dans les marmites à fond conique, la ligne de plus grande profondeur du sillon annulaire qui entoure la protubérance plus ou moins vaguement conique ne correspond pas à un plan horizontal; or, il est curieux d'observer que la partie la plus creusée de ce sillon, c'est-à-dire celle qui révèle le plus grand travail du tourbillon, est en général située dans le secteur de 90° compris entre les parties du tourbillon et du trou qui, par rapport au courant général de l'eau, marquent la droite et l'aval.

Le bord droit est, en effet, pour un tourbillon *sinistrorsum* ou direct, le « bord dangereux », celui des deux pour lequel l'action de la vitesse de rotation du liquide s'ajoute à l'action de la vitesse d'entraînement du cours d'eau lui-même, tandis que ces actions se retranchent sur le bord gauche. La prédominance des tourbillons directs *doit* donc entraîner, quelque opinion que l'on ait sur la réalité de la loi de Baer, une dissymétrie dans l'attaque des deux bords du lit d'un fleuve.

## IV. Tourbillons aériens : tornades et trombes comparaisons avec les tourbillons des cours d'eau

Est-il possible, maintenant, de rattacher à la rotation terrestre la prédominance manifeste des tourbillons des cours d'eau à rotation directe?

Nous répondons : l'on rattache à cette rotation terrestre, sans hésitation, la prédominance, non seulement des cyclones tropicaux, mais

des tornades et trombes à rotation directe dans l'hémisphère Nord Si le raisonnement est légitime dans le cas des tornades, est-il légitime dans le cas des tourbillons des rivières?

Dans les fluides, air ou eau, peuvent se produire deux types de mouvemements tourbillonnaires. Ou bien la vitesse maximum est localisée dans une gaîne cylindrique très voisine de l'axe même du tourbillon, et au-delà la vitesse va en diminuant graduellement à mesure qu'on s'éloigne du vide central; c'est le cas des cyclones tropicaux et de certaines trombes de nos régions Ou bien la vitesse maximum est atteinte à la périphérie de la masse en rotation, et l'ensemble du fluide tournant se meut comme une meule solide; c'est le cas de certaines tornades des régions tempérées, c'est le cas, semble-t-il, des tourbillons qui creusent les marmites. Ces deux types de tourbillons, dans le cas où le fluide est l'eau, peuvent être artificiellement réalisés au laboratoire : on passe d'un type à l'autre, en changeant les conditions de l'écoulement de l'eau, comme l'ont montré les expériences de L. de Marchi dont on trouvera la description dans Sprung (*).

Nous avons pu observer en détail les dégâts causés par une de ces tornades, aux environs de Brioude, en juin 1902 (**). L'étude du phénomène a montré l'existence d'une ligne de discontinuité absolument tranchée, séparant la région dévastée de la région indemne; ce qui exclut l'hypothèse d'une vitesse maximum à une petite distance de l'axe du tourbillon, et décroissant d'une manière continue jusqu'à zéro, à mesure qu'on s'éloigne de l'axe, comme c'est le cas pour les cyclones tropicaux. Il est très vraisemblable que la vitesse maximum est atteinte au bord de la région dévastée. On aurait en ce cas une analogie étroite avec le tourbillon d'eau étudié à l'Hexenkessel. De plus, l'évaluation de la vitesse du vent, déduite des dégâts produits, rapprochés des effets observés pour des vitesses de 60 m. et plus obtenues au Puy-de-Dôme, et au Pic du Midi, nous a permis de fixer à 80 m. au moins la vitesse au bord de la tornade; par suite, comme son rayon était de un kilomètre environ, la durée de rotation était au plus de 78 secondes, soit en gros 1 minute et 1/3 (***).

(*) Dott. LUIGI DE MARCHI, *Ricerche sulla teoria matematica dei venti* (Estr. degli *Annal di meteorologia*, parte I, 1882, Roma, 1883. Referat von Dr. MARGULES, *Oesterr. Zeitschrift für Meteorologie*, XIX, 1884, p. 278). Analysé dans SPRUNG, *Lehrbuch der Meteorologie* (Hamburg, 1885), p. 151.

(**) Bernard BRUNHES. *Le cyclone de Javaugues (Haute-Loire), du 3 juin 1902 (C. R. Acad. Sc.*, CXXXIV, 1902, p. 1540); et *Revue d'Auvergne*, Clermont-Ferrand, XX, 1903, p. 115-127.

(***) B. BRUNHES, *Ueber die Windstärke am Gipfel des Puy de Dôme (Meteorologische Zeitschr.* XX, 1903, p. 220). — Voir aussi : E. MARCHAND, *Étude sur les nuages (Bulletin de la Société Ramond*, IIe sér., VIII, 1903, p. 12); on a observé des vitesses de nuages atteignant 68 m. par seconde à 1250 m. d'altitude (p. 17).

Le rapport de la force centrifuge composée, due à la rotation terrestre, à la force centrifuge proprement dite, due au mouvement de rotation autour d'un centre, est donc ici mesuré par un nombre très faible. La considération de ce rapport a une grande importance pour exprimer le degré de probabilité des cyclones *dextrorsum* ou *sinistrorsum*. On sait, en effet, que la dépression centrale produite dans un tourbillon quelconque fait équilibre à deux forces provenant du mouvement : la force centrifuge proprement dite, toujours proportionnelle au carré de la vitesse, et la force dite centrifuge composée, qui est proportionnelle à la simple vitesse et change de sens suivant le sens de rotation du tourbillon : elle n'est réellement centrifuge, dans l'hémisphère Nord, que pour les cyclones à rotation directe; pour les autres, elle serait centripète.

Ces deux forces s'ajouteront donc, dans notre hémisphère, pour un cyclone direct; elles se retrancheront pour un cyclone inverse. Si la force centrifuge composée, due à la rotation terrestre, est numériquement plus grande que la force centrifuge proprement dite, nécessairement le cyclone ne pourra être que direct (*). Et c'est le cas des vastes bourrasques de nos régions, ayant leur centre de dépression sur l'Irlande ou sur la mer du Nord et donnant lieu à un mouvement tourbillonnaire qui s'étend jusqu'à des distances de 1.500 kil. En ce cas, la rotation angulaire est assez lente pour que la force centrifuge composée dépasse en importance la force centrifuge proprement dite.

Pour les cyclones tropicaux, et à plus forte raison pour les tornades ou trombes, la force centrifuge proprement dite est, au contraire, le plus important des deux termes qui équilibrent la dépression.

Si, cependant, il n'y a pas disproportion trop grande entre les deux, il est clair que le cyclone sera mieux caractérisé, plus stable, dans le cas où les deux forces s'ajoutent que dans le sens où elles se retranchent; le terme, qui est ici un simple terme complémentaire, dû à la rotation terrestre, intervient pour rendre plus importants et plus probables les cyclones à rotation directe que les autres.

Il arrive en effet que, dans tel cas particulier, l'on peut se rendre compte de la cause immédiate qui a provoqué, dans un cyclone ou une tornade la rotation directe, de même que nous avons vu en divers cas le sens de rotation d'un tourbillon de cours d'eau uniquement

(*) J. Hann, *Lehrbuch der Meteorologie*, Leipzig, 1901. Voir p. 571, paragraphe 7 : *Beispiele für den Einfluss der Ablenkungskraft der Erdrotation und der gewöhnlichen Fliehkraft auf die Gradienten in den atmospherischen Wirbeln der höheren und der niedrigen Breiten.*

déterminé par les circonstances locales. Mais, en général, on peut dire que, lors de la production du vide central ou du remous qui déclanche le mécanisme du tourbillon, le sens de rotation est encore indifférent, ou plutôt il le serait, si la rotation terrestre n'intervenait. Du moment que la répartition des cyclones et tornades en directs et inverses n'obéit pas à la loi des erreurs fortuites, il est naturel d'attribuer la déviation à la règle générale dans un sens à une cause perturbatrice agissant en ce sens.

Remarquons qu'on ne tombe pas ici dans la faute de raisonnement reprochée à de Baer et à ses contemporains. Ici, il ne s'agit pas de déviation par rapport à une position d'équilibre; les cyclones doivent être où à droite ou à gauche; à l'instant où ils naissent, la moindre impulsion, agissant toujours pour favoriser un sens de rotation aux dépens de l'autre, peut expliquer une prédominance de l'un de ces sens de rotation. Pour prendre une comparaison, c'est ainsi que, si des billes solides venaient tomber exactement sur l'arête d'un toit, il est probable qu'il en tomberait exactement autant d'un côté que de l'autre, mais l'intervention d'une légère brise soufflant dans un sens, et exerçant une force hors de proportion avec le poids, suffirait à déterminer une prédominance des chutes d'un des côtés. Aussi n'hésite-t-on pas, pour l'ordinaire, à rattacher à la rotation terrestre la prédominance des tornades ou trombes à rotation directe dans l'hémisphère Nord.

Il faut pourtant que le rapport entre celle des deux forces qui n'agit, en quelque sorte, que pour déterminer le sens de rotation, et celle qui constitue la presque totalité de la force agissante ne soit pas trop petit pour que l'explication soit raisonnable. Nous avons remarqué que, dans l'expression de ce rapport, on peut ne pas faire intervenir la vitesse de déplacement elle-même et qu'il se réduit (à un facteur près très simple, qui est le sinus de la latitude) au rapport de la durée de rotation des particules matérielles du tourbillon à la durée de la rotation terrestre.

On ne peut parler, à vrai dire, d'une durée de rotation définie que lorsque le tourbillon tourne comme une meule solide; et dans bien des cas, dans le cas de la plupart des trombes de faible diamètre, la durée de rotation varie et diminue quand on s'éloigne de l'axe; alors on peut apprécier tout au moins l'ordre de grandeur de la durée moyenne de rotation.

Or, le rapport de la durée de rotation, entendue en ce sens, à la durée de la rotation terrestre, est du même ordre de grandeur pour les tornades et trombes aériennes et pour les tourbillons des cours

d'eau. Le rapport était, dans le cas de la tornade de Javaugues, le rapport de 80 secondes à 1 jour, soit 1/1000 environ (il faudrait multiplier par le sinus de la latitude de 45 degrés, ce qui donnerait 1/1400). Il est plus petit encore, très certainement, pour les trombes de plus petits diamètre, comme la trombe de Paris du 6 septembre 1896 (*), à plus forte raison, pour les tourbillons aériens dont le diamètre ne dépasse pas 25 à 30 m. de diamètre et que M. Lancaster (**) a souvent observés en Belgique, tourbillons suffisants pour tordre des arbres de 30 à 40 cm. de diamètre, tournant toujours en sens inverse des aiguilles d'une montre, et pour lesquels la durée de rotation moyenne des particules aériennes peut être de l'ordre de 5 à 10 secondes.

Revenons aux tourbillons des cours d'eau. L'application de notre formule montre que le rapport de la force centrifuge composée à la force centrifuge proprement dite ne fait intervenir ni la vitesse absolue des gouttes d'eau, ni le diamètre du tourbillon, mais seulement le rapport de la durée de rotation du tourbillon à celle de la rotation terrestre. Or, dans le cas de l'Hexenkessel, cité plus haut, on a mesuré directement la durée de rotation et on l'a trouvée sensiblement de 13 secondes : on l'a trouvée à peu près constante, quelle que fût la distance au centre. Dans ce cas, le rapport des forces est 1/6 de ce qu'il est dans le cas de la tornade de Javaugues; il est à peine inférieur à ce qu'il était dans le cas de la trombe de Paris. A coup sûr, beaucoup de tourbillons des cours d'eau sont sensiblement plus rapides que celui de l'Hexenkessel : pourtant il semble bien résulter de l'analogie avec les tourbillons aériens qu'on puisse descendre à des durées de rotation de cinq secondes, sans que la rotation terrestre cesse d'intervenir pour imprimer au tourbillons on sens; mais, si l'on descend beaucoup au-dessous, le rapport finit par être trop faible et le sens devient indifférent, qu'il s'agisse d'un tourbillon dans l'air ou dans l'eau (***).

## V. Expériences de Perrot

Il y a un argument plus décisif encore, c'est la description de l'expérience de Perrot, qui a donné lieu aux discussions soulevées par Babinet à l'Académie des Sciences en 1859. L'auteur intitule sa

(*) A Angot, *Traité élémentaire de météorologie* (Paris, in-8°, 1899), p. 356.
(**) Communication personnelle de l'auteur.
(***) M. Lancaster a expressément remarqué que les très petits tourbillons aériens se produisent indifféremment dans les deux sens.

note : *Nouvelle expérience pour rendre manifeste le mouvement de la terre.*

« Je me sers, dit-il, d'un baquet circulaire de grande dimension, plein d'eau et solidement établi sur des supports bien fixes. Je détermine l'écoulement par un trou circulaire percé en mince paroi au fond et au centre du baquet. Il résulte de la théorie que les particules de l'eau, en marchant du bord vers le centre, au lieu de suivre le rayon allant de la circonférence à ce même centre du liquide, doivent se porter vers la droite. Maintenant, si je répands à la surface, suivant un des rayons, une ligne de poussières flottantes, j'observe pendant l'écoulement que ce rayon, d'abord rectiligne, se courbe suivant une ligne dont les parties les plus voisines du centre se portent sensiblement à droite de la position qu'elles auraient occupée si elles eussent suivi exactement le rayon. Quand elles arrivent près du centre d'écoulement, elles tournent en spirale et leur mouvement, vu des bords du baquet, est encore à droite. » Et l'auteur conclut : « Je pense qu'on peut ajouter cette expérience aux brillantes expériences par lesquelles M. Foucault a rendu sensible ce point important du système du monde (*). »

C'est la description de cette expérience qui fait songer Babinet à la déviation des fleuves à droite. Mais, dans les diverses communications où il revient sur l'expérience de Perrot, il assimile toujours le fleuve, pris dans son ensemble, au rayon qui va de la circonférence au centre du baquet ; à aucun moment il n'imagine que, dans le fleuve, peuvent naître et agir des tourbillons auxquels la rotation terrestre imprimera un sens prédominant, celui-là même qu'elle détermine dans l'expérience de Perrot. Il est vrai de dire qu'à l'époque de Babinet, on ne pouvait attribuer aux tourbillons des cours d'eau le rôle actif, dans l'érosion, que les recherches récentes ont révélé.

L'attribution de la dissymétrie vers la droite à la prédominance des tourbillons directs présente d'ailleurs l'avantage, loin d'être une explication qui exclue les autres, d'être une explication plus compréhensive qui vient donner une forme plus précise et une valeur plus satisfaisante à d'autres explications partielles, qui étaient en elles-mêmes insuffisantes. C'est ainsi que Baines (**), dans son mémoire

(*) *C. R. Acad. Sc.*, XLIX, 1859, p. 637. — Nous avons répété l'expérience avec un baquet en zinc de 1 m. de diamètre, ayant au centre un trou de 7 mm. aux bords duquel est soudé un tube vertical de même diamètre. Ce tube est relié par un tube de caoutchouc à un autre tube à robinet, qu'on peut ouvrir ou fermer. Le niveau de l'eau s'élevant à 10 cm. dans le baquet, on a eu, avec un écoulement d'environ 1 litre à la minute, une incurvation des rayons, nettement visible au bout d'une dizaine de minutes. — Nous serions heureux qu'on voulût bien répéter l'expérience, dans les mêmes conditions, en un point de l'hémisphère austral.

(**) A. C. Baines, *Amer. Journ. of Sc. and Arts,* IIIe Ser., XXVIII, 1884, p. 434.

*On the Sufficiency of Terrestrial Rotation for the Deflection of Streams*, reprenant et complétant une analyse de Gilbert (*), montre que la force avec laquelle un corps en mouvement est rejeté latéralement dépendant de sa vitesse, ce sont les gouttes d'eau animées du mouvement le plus rapide qui, dans nos pays, sont le plus fortement entraînées à droite, de telle sorte que c'est du côté droit du lit du fleuve que tendent à s'accumuler les filets d'eau les plus rapides (**). Or la différence de vitesse pourrait être insuffisante pour produire *par elle-même* une différence d'érosion. Elle peut être suffisante pour déterminer un tourbillon *sinistrorsum* qui, lui, produira une érosion dissymétrique. Il n'y a rien là qui nous doive choquer et qui contredise, par exemple, le principe de la conservation de l'énergie. Répétons ici que le tourbillon ne correspond point à une création d'énergie, mais 1° au passage d'une certaine quantité d'énergie de l'état d'énergie potentielle à l'état d'énergie cinétique ou de force vive sensible; et 2° surtout, à une inégale répartition dans l'espace de cette énergie cinétique, de sorte que, moindre qu'à l'état normal en certains points, elle devient énorme sur d'autres, et, là, se détruit par frottement en produisant des dégradations.

## VI. Conclusion

Pour nous résumer, s'il paraît légitime d'attribuer à l'action de la rotation terrestre la prépondérance des tornades et trombes à rotation directe dans l'hémisphère Nord, il ne semble pas illégitime d'expliquer par la même cause générale la prépondérance des tourbillons des cours d'eau à rotation directe dans l'hémisphère Nord. Ce rapprochement rendrait très bien compte du fait que la prépondérance, bien qu'existant pour les tourbillons des cours d'eau, soit moins accusée.

D'autre part, la prépondérance des tourbillons des cours d'eau à rotation directe peut suffire à expliquer la tendance des fleuves de l'hémisphère Nord à attaquer de préférence leur rive droite, au moins dans les régions où le creusement de la vallée est dû à l'action des

(*) G. K. Gilbert (même titre), *Amer. Journ. of Sc. and Arts*, III[e] Ser., XXVII, 1884, p. 427.

(**) C'est dans le même ordre d'idées que S. Günther, reprenant les conclusions d'un article publié dans le premier volume du *Humboldt*, revue depuis longtemps disparue (*Die sichtbaren und fühlbaren Wirkungen der Erdrotation*), écrit : « Même si la tendance déviante de la rotation de la terre n'est pas un important facteur morphologique, elle peut néanmoins coopérer en *poussant* l'eau [vers la droite, dans l'hémisphère Nord] à *pousser* aussi le lit, moyennant de longs espaces de temps. » *Handbuch der Geophysik*, 2. Aufl., Stuttgard, 1899, II, p. 915).

tourbillons, c'est-à-dire dans les parties où le cours d'eau, étant encore loin d'avoir atteint son profil d'équilibre, doit opérer, pour établir son lit, une forte érosion. Au contraire, dans les parties du cours où ce sont les phénomènes de dépôt ou d'accumulation qui dominent, les tourbillons ne jouent plus qu'un rôle plus restreint et la déviation à droite apparaît moins manifeste, ainsi qu'on l'a depuis longtemps remarqué.

Ainsi se rattacheraient les faits de dissymétrie réelle groupés sous l'étiquette de la « loi de Baer » à l'action indirecte de la rotation terrestre, par l'intermédiaire des mouvements tourbillonnaires.

Nous serions heureux que cet essai d'interprétation de quelques faits, qui nous a déjà conduits à des observations sur lesquelles sans cela notre attention n'eût pas été attirée, provoquât sur les tourbillons des études nouvelles : études sur la répartition et les effets des mouvements tourbillonnaires et, par-dessus tout, si possible, études quantitatives ; dans les cas notamment où l'on verrait ces tourbillons entraînés avec le fleuve lui-même, des observations de la vitesse d'entraînement et de la vitesse de rotation seraient du plus haut intérêt.

Et, quant à la « loi de Baer » elle-même, mérite-t-elle le nom de « loi » ? Mérite-t-elle au moins le nom de « règle » que proposait en 1865 Schweinfurth (*) ? Il y a sans doute un certain nombre de faits hydrographiques qui portent la marque de la rotation de la terre. Mais ces faits sont limités à certaines portions de fleuves : 1° Ils ne se rencontrent, nous l'avons dit, ni dans les zones montagneuses des bassins hydrographiques, où les eaux tombent plutôt qu'elles ne coulent, ni dans les zones inférieures de remblaiement telles que les deltas ; ils ne se rencontrent que dans les parties moyennes où le cours d'eau est encore en travail. 2° Dans tous les tronçons de ces parties moyennes elles-mêmes où l'écoulement des eaux est dirigé par une cause prépondérante : pesanteur dont l'intensité croît avec la pente, vents dont l'action est en rapport avec l'orientation, etc., tous les autres facteurs, et en particulier le facteur de la rotation terrestre, ont une influence soit supplémentaire et imperceptible, soit contradictoire, mais minuscule, et de fait contredite (**).

(*) G. Schweinfurth, *Der Nil und das Baer'sche Gesetz der Uferbildung (Petermanns Mitt.*, XI, 1865, p. 126).

(**) Voilà comment nous croyons volontiers avec M. L.-A. Fabre *(La Dissymétrie des Vallées et la loi dite De Baer, particulièrement en Gascogne,* dans *La Géographie,* VIII, 1903) que beaucoup de cas de dérivation des thalwegs (vallées du Lannemezan, Rhône, etc.) s'expliquent par des facteurs géographiques locaux, vents, pente, charriage des affluents, etc. ; voilà comment nous approuvons l'esprit de véritable observation qui se traduit par une phrase comme celle-ci : « Si le Mississipi se montre récalcitrant à la loi

Si la rotation terrestre agit en vérité, l'action n'en peut être traduite que par des effets de second ordre. Qui ne méconnaît ni la nature même de cette cause spéciale, ni la réalité géographique des multiples autres causes, tectoniques, topographiques et climatiques, doit être surpris, non plus de la relative rareté, mais au contraire de la relative généralité, de l'importance et du grand nombre des faits qui manifestent l'inégale attaque des deux rives d'un cours d'eau : « guirlandes » à concavité sur la droite (Danube ou Rhin), surélévation presque continue de la rive droite de longs fleuves (Volga ou Dniepr), etc.

Or ces faits correspondent à des chenaux d'écoulement, où les eaux, échappant à la souveraineté exclusive de toute autre influence, sont en état de subir et de marquer l'influence assez faible, mais continue, incessante, qui résulte de la rotation de la terre. Comment se traduit cette action? Non seulement les filets d'eau tendent à glisser avec plus de vitesse et plus de force vers la rive droite (Baines, Günther); mais encore tous les mouvements tourbillonnaires hésitants sont « déclanchés » dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.

Si la « loi de Baer », sous sa forme absolue et exagérée, doit être rejetée, il n'en semble pas moins vrai que, dans la géographie des cours d'eau, toute une catégorie de faits disséminés, mais exactement localisés et similaires, peuvent être légitimement attribués au mouvement quotidien de la terre sur elle-même.

de De Baer, il se conforme sans doute, comme la plupart de ses pareils, à d'autres lois moins abstraites et plus naturelles. » (P. 314.) Et pourtant nous estimons que dans la conclusion suivante, le mot : *unique*, dépasse les prémisses : « Cet exposé sommaire des cas les plus intéressants de vallées dissymétriques et de dérivations fluviales établit que le double phénomène est sous la dépendance unique de causes géologiques et géographiques. » (P. 315).

---

## M. S. SQUINABOL

Professeur à l'Université de Padoue

### LES CHAUDRONS DU BRENTON [551.35]

— *Séance du 6 août* —

M. le professeur J. Brunhes a mis tout récemment en relief un fait qui, à première vue, paraît assez étrange, mais qui ne cesse pas d'être vrai et même extrêmement répandu, c'est-à-dire que le creusement des gorges et des couloirs est principalement dû à cette méthode qu'il a très heureusement définie la *tactique tourbillonnante* des eaux courantes (*).

On était jusqu'à présent habitué à croire que les tourbillons torrentiels n'avaient dans le creusement des vallées de montagne qu'une importance tout à fait secondaire, que les marmites formées par eux n'étaient que des accidents tout à fait négligeables ou bien seulement remarquables par leur étrangeté et que l'eau courante ne travaillait qu'en usant le terrain comme une scie, profitant des diaclases et des fissures des roches, aidée dans son action érosive par le roulement des blocs et du gravier entraînés par sa violence.

En d'autres termes, on regardait le travail en ligne droite comme étant la règle, celui des tourbillons l'exception. Il aurait été cependant suffisant de pénétrer en n'importe laquelle des gorges alpines et de porter son regard sur les parois sculptées par l'eau, pour découvrir à chaque pas les témoins des tourbillons anciens dans les magnifiques sillons hélicoïdaux qui se superposent et s'entrelacent les uns aux autres, et être conduits aux conclusions si clairement et si élégamment exposées par le savant professeur de Fribourg.

Les îlots granitiques de la première cataracte du Nil et les gorges du versant Nord des Alpes suisses illustrées par lui en sont de magnifiques exemples.

Quant à moi je pourrais ajouter bien des exemples à ceux donnés par M. Brunhes. Dans mes excursions alpines j'ai plusieurs fois constaté la puissance et la fréquence de cette action, ou mieux de

(*) BRUNHES J. — Le travail des eaux courantes : La tactique des tourbillons. *Mém. de la Soc. frib. des Sciences nat.*, vol. II, fasc. IV, Fribourg, 1902.

cette tactique tourbillonnante; mais, n'ayant pas encore terminé mes recherches et surtout complété les illustrations nécessaires, je me réserve de publier, sous peu, un travail sur une des gorges les plus merveilleuses des préalpes du Bellunais, la Val Maggiore, où ce type de creusement est bien visible dans toute sa fraîcheur et est d'une grandeur vraiment imposante. Dans cette note, je me bornerai à faire connaître un fait qui se relie de très près à celui dont j'ai parlé et qui n'est qu'une variété du premier, démontrant que, même dans les endroits où les tourbillons paraîtraient ne pouvoir subsister, ils sont au contraire mis en œuvre par les eaux courantes, qui connaissent très bien de quelle force extrêmement puissante elles disposent lorsqu'elles s'acharnent contre les roches avec un mouvement giratoire.

Le phénomène sur lequel je reviens dans cette note et dont j'ai déjà fait mention dans une brochure publiée en 1902 (*) est présenté par le Brenton, petit affluent du Mis dans les préalpes entre Feltre et Bellune.

Le Brenton a son origine entre le mont Prabello (2076 mètres) et le mont Roa Bianca (1680 mètres) et, après un cours presque en ligne droite de deux kilomètres et demi, va déboucher dans le Mis, à huit kilomètres environ du confluent de ce dernier avec le Cordevole.

La vallée du Mis, comme tant d'autres dans les Alpes, dès la dernière glaciation a été, en raison de la plus grande masse d'eau, bien plus rapidement et plus profondément érodée que les gorges dans lesquelles s'écoulent ses petits tributaires; c'est ainsi que le Brenton, par exemple, est obligé de rejoindre le Mis par une série de sauts dans les derniers 600 mètres de son cours, dans lesquels la pente moyenne de son lit est environ de 20 o/o.

Ces sauts, dont la hauteur varie de 1 à 7 mètres, ont donné naissance à des espèces de grandes écuelles à section horizontale elliptique et de profondeur variable, mais toujours assez grande et non proportionnée à la hauteur de la chute.

Par exemple, le *chaudron* n° 2 (c'est ainsi qu'on les nomme sur les lieux) est formé par un saut de 1 mètre et mesure 2 m. 50 de profondeur, et le chaudron n° 3, qui a été formé par un saut de 4 mètres, a la même profondeur. Le n° 9, avec une chute de 2 mètres, a, au contraire, une profondeur de 5 m. 50.

De plus, en regardant la chose de plus près, on s'aperçoit facilement de quelques autres particularités intéressantes.

(*) Squinabol S. — *Venti giorni sui Monti bellunesi. Note di Geografia fisica.* Livorno, 1902.

D'abord, lorsqu'on observe la suite des sauts de face, on voit que, à commencer du sixième chaudron jusqu'au douzième, qui sont très rapprochés les uns des autres, les chutes ne suivent pas, comme cela devrait être, une ligne parallèle à l'observateur, mais qu'elles suivent une gouttière alternativement oblique à droite et à gauche, de manière que la trace du saut et une verticale projetée sur un plan, lui aussi vertical, font entre elles un angle variable qui, parfois, arrive à 25°.

En second lieu, la sortie de l'eau le long des petites terrasses qui séparent un chaudron de l'autre ne se fait pas, elle non plus, selon une ligne parallèle à la direction générale du thalweg du lit, mais elle est oblique alternativement à droite et à gauche, formant un angle parfois même de 35° avec la direction générale indiquée.

Enfin, en examinant chaque chaudron, on voit clairement que la forme solide de chacun est fortement ventrue, de manière que leur plus grand diamètre en tous les sens n'est pas à l'ouverture, mais bien à mi-profondeur entre la surface et le fond.

J'ai cherché à expliquer ces faits et voici les conclusions auxquelles je suis arrivé.

Quelques mètres avant d'atteindre le sixième chaudron, le lit du torrent fait un angle brusque de gauche à droite (si l'on descend le torrent), ce qui a pour effet de lancer la masse de l'eau dans un sens oblique relativement à la ligne générale du cours d'eau et de déterminer ainsi une chute et une gouttière oblique dans le même sens.

L'eau qui ne tombe donc pas verticalement est en conséquence forcée, à peine arrivée dans le réservoir sous-jacent, de prendre un mouvement giratoire dextrorse, qui a sa plus grande puissance à quelques décimètres au-dessous du niveau de l'eau et qui entraîne dans le même sens l'eau plus voisine de la surface. On comprend alors en premier lieu comment l'eau, en employant comme émeri le gravier qui est continuellement apporté dans les chaudrons et qui est bientôt réduit à n'être que du sable fin (les blocs, même les plus gros, sont bien vite réduits de volume et finissent par disparaître), a pu former des cavités bien plus profondes et plus larges que ne le comporteraient la hauteur de chute et le volume d'eau; et, en second lieu, on explique très facilement la forme ventrue des chaudrons, due à ce que le tourbillon, comme je le disais, a sa plus grande puissance érosive à mi-profondeur et tend même par son action continuelle à éventrer les chaudrons.

On explique encore pourquoi la profondeur des chaudrons n'est pas en rapport avec la hauteur de chaque saut; elle augmente plutôt

avec l'angle que fait chaque chute ou chaque gouttière avec la verticale; comme il est bien facile de le comprendre, en effet, pour une chute rigoureusement verticale, on n'aurait point de tourbillon et la formation du puits serait exclusivement due à la force du choc de l'eau contre la roche, tandis qu'avec une chute de plus en plus oblique la vitesse augmente et avec la vitesse la force du tourbillon.

D'autre part, l'eau mise en mouvement giratoire a naturellement une tendance à sortir de chaque chaudron, selon une tangente au bord de ce même chaudron; c'est ainsi que, lorsque la distance horizontale entre deux chaudrons n'est pas excessive, elle se creuse soit un lit oblique sur la partie plane entre le bord interne et le commencement d'une nouvelle chute, soit, toujours par suite de la même tendance, une gouttière oblique dans la partie verticale, ou de gauche à droite, ou de droite à gauche, selon que le tourbillon d'où elle provient est sinistrorse ou dextrorse.

Le mouvement giratoire dans le sixième chaudron étant dextrorse, la gouttière qui conduit l'eau dans le septième est de droite à gauche, mais alors le tourbillon qui se forme dans le septième est, par force, sinistrorse, d'où vient que la nouvelle chute d'eau entre le septième et le huitième chaudron est de gauche à droite et détermine dans ce dernier un tourbillon dextrorse, comme dans le sixième.

On continue ainsi pour les autres chaudrons jusqu'au douzième, où cesse cette manière spéciale d'allure de l'eau à cause d'une plus forte distance entre deux chaudrons successifs.

On peut évidemment en conclure que. de cette manière, le travail que l'eau peut faire est bien plus puissant que si elle faisait des sauts verticaux.

Car s'il en était ainsi, l'eau en tombant sur la roche ne pourrait pas, comme je l'ai dit, donner naissance à des tourbillons; une petite partie seulement de sa force vive serait employée dans le travail d'érosion et l'eau sortirait de chaque réservoir avec une vitesse encore grande.

En tombant, au contraire, plus ou moins obliquement, l'eau est forcée de produire des tourbillons; en conséquence, le trajet que l'eau même fait dans chaque chaudron est plus long, elle perd bien plus de force vive et sort de chaque écuelle avec une moindre vitesse, mais le travail accompli est par cela même plus fort. Ce n'est pas autre chose que l'application du principe bien connu que la perte en force vive équivaut à un travail mécanique accompli.

# M. Émile CHAIX-DUBOIS

Professeur de Géographie à l'École Supérieure de Commerce
Président de la Société de Géographie de Genève (Suisse)


## LE PONT DES OULLES, PHÉNOMÈNE D'ÉROSION PAR LES EAUX COURANTES

[551-35]

— *Séance du 6 août* —

J'emprunte depuis si longtemps le territoire français pour y récolter des photogrammes et des notes de géophysique, que je suis heureux de l'occasion qui se présente d'en faire profiter une réunion de savants français en leur donnant la primeur de quelques glanures faites *chez eux*.

Le Pont des Oulles est mentionné, à ma connaissance, par le professeur E. Renevier (dans son *Mémoire géologique sur la Perte du Rhône*) (*), par le professeur H. Schardt (dans ses *Études géologiques sur le Jura méridional*) (**), par M. H. Douxami (dans son *Étude sur la vallée du Rhône aux environs de Bellegarde*) (***), et par M. E.-A. Martel (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 15, XII, 1902.). En outre, je sais que M. le professeur Jean Brunhes a visité le Pont des Oulles et je ne doute pas qu'il y ait fait de bonnes observations.

M. Renevier nomme le Pont des Oulles, sans en rien dire de particulier, et le fait figurer sur sa carte géologique.

M. Schardt, dans ses deux notes, ne fait aussi que mentionner le nom.

M. Douxami, seul, parle, en quelques lignes, des phénomènes curieux d'érosion que présente cet endroit.

D'autres l'ont-ils fait sans que j'aie connaissance de leurs travaux? — C'est possible et je les prie de me pardonner cette ignorance. N'ayant pas eu l'idée de faire une étude approfondie du Pont des Oulles, mais désirant uniquement réunir quelques documents, je n'ai pas suffisamment fouillé la littérature scientifique qui s'y rapporte.

Au reste, mon rôle personnel se réduit à fort peu de chose : j'ai été plusieurs fois admirer le phénomène, j'ai fait quelques photographies et observations, et j'ai surtout constaté la parfaite concordance des faits observables au Pont des Oulles avec les explications proposées par M. le

(*) E. Renevier, *Mémoire géologique sur la Perte du Rhône et ses environs*, dans *Mémoires de la Société helvétique des Sciences naturelles*, 1855.

(**) H. Schardt, — 1) *Études géologiques sur l'extrémité méridionale de la chaîne du Jura*, 1891. — 2) *Excursion géologique dans le Jura méridional*, dans *Livret-Guide géologique de la Suisse*, 1894.

(***) H. Douxami, *Étude sur la vallée du Rhône, aux environs de Bellegarde*, dans *Bulletin des services de la Carte géologique de la France*, n° 81, t. XII, 1900-1901.

professeur Brunhes dans son excellent mémoire intitulé : *Le travail des eaux courantes*, dans sa note sur *Les marmites du barrage de la Maigrange* et dans d'autres publications (*).

On sait que la Valserine longe la vallée de Mijoux et vient rejoindre le Rhône à Bellegarde.

Rhône et Valserine réunis se sont profondément encaissés. La Valserine a suivi le mouvement selon ses forces, jusqu'à des couches qui l'arrêtent plus longtemps. Elle a mis à nu ainsi, à 2 kil. au N. de Bellegarde, une surface de calcaire compacte au fond de sa vallée, — c'est là que se trouve ce qu'on appelle le Pont des Oulles, c'est-à-dire Pont des Marmites (**).

L'orientation générale de la roche est N. N. E. — S. S. W. Sa largeur, au point où on la traverse, est de 41 mètres.

La Valserine est généralement très modeste, mais il lui arrive, surtout au printemps et en automne, d'avoir des crues assez fortes. En 1899, par exemple, elle s'éleva assez pour recouvrir de plus d'un mètre la passerelle.

La perte du Rhône est remarquable. Mais l'administration et l'industrie se sont entendues, comme nulle part ailleurs, pour l'enlaidir et la gâter à qui mieux mieux, en faisant sauter les rochers et en construisant des fabriques, aujourd'hui changées en horribles monceaux de décombres. En outre, le phénomène de la perte ne présente tout son intérêt qu'en janvier-février, saison peu favorable à une visite. Tout cela fait que les visiteurs n'affluent pas et qu'on ne peut pas les encourager à affluer.

Le phénomène du Pont des Oulles n'a pas été gâté (malgré la présence d'une fabrique en ruine). Il est intéressant *en toute saison* et, s'il n'est nullement impressionnant comme la Perte du Rhône, il présente une richesse de détails d'érosion, sans doute très inférieure à celle de la cataracte d'Assouan, mais très supérieure à tout ce que je connais dans ce genre et très abordable. Enfin, comme on y peut circuler partout, les études y sont beaucoup plus faciles qu'ailleurs.

(*) J. Brunhes. — 1) *Sur quelques phénomènes d'érosion et de corrosion fluviales*, dans *C. R. Acad. Sc.*, Paris, 14, II, 1898. — 2) *Les Marmites du barrage de la Maigrange*, dans *Bull. Soc. fribourgeoise des Sc. nat.*, XII, 1899. — 3) *Sur les Marmites des îlots granitiques de la cataracte d'Assouan*, dans *C. R. Acad. Sc.*, Paris, 7, VIII, 1899. — 4) *De vorticum opera*, Fribg., 1902, ou la traduction française de cet ouvrage : *Le travail des eaux courantes : La tactique des tourbillons*, dans *Mémoires de la Société fribourgeoise des Sc. nat.*, II, fasc. 4, Fribourg, 1902. — 5) *Sur un principe de classification rationnelle des gorges creusées par les cours d'eau*, dans *C. R. Acad. Sc.*, Paris, 20, V, 1902. — 6) *Marmites fluviales et tourbillons*, dans *Le Globe*, Genève, 1903.

(**) Le Pont des Oulles est dans les mêmes couches calcaires, alternativement plus dures et plus friables, qui forment la Perte du Rhône, — calcaire « urgonien » à *requienia ammonia* (barrémien inférieur ?).

La variété des sujets d'observation y est très grande : il y a deux cañons, l'un continuellement en activité, l'autre intermittent; il y a *des centaines* de marmites — de o m. o5 à 4 mètres de diamètre — de o m. oo5 à 6 mètres et plus de profondeur; on peut observer tous les degrés de développement des marmites, état d'ébauche, état intermédiaire en « fond de bouteille », état parfait, marmites isolées, marmites anastomosées, marmites à plusieurs étages, — bref, c'est le parfait musée de l'érosion mécanique (*).

Cela dit sur les conditions dans lesquelles se présente le phénomène du Pont des Oulles, il ne me reste plus qu'à donner les explications que comportent mes photographies (**).

Le cañon principal est sur la rive droite (occidentale); plusieurs autres, parallèles, sont ébauchés; le plus important passe à l'Est.

A l'endroit où la Valserine s'engouffre dans son cañon, il y a une telle quantité de marmites côte à côte, que la marche y est dangereuse. On en trouverait probablement à tous les degrés de développement si l'on se donnait la peine d'en vider. En tout cas, une au moins présente un « fond de bouteille », entouré d'un peu de sable.

Les autres vues démontrent différentes choses intéressantes signalées par M. Brunhes. Aux pages 201 et 188 de son mémoire sur *Le travail des eaux courantes*, il indique deux phénomènes qui modifient la forme primitive des gorges en les élargissnt : 1° la jonction de deux séries parallèles de marmites par démolition de leur mur mitoyen (p. 201 et autres); 2° l'écroulement des parois parce que l'eau sape leur base (p. 188 et autres).

Or, plusieurs endroits présentent de ces chapelets parallèles de marmites. Dans l'un, cette suite secondaire de marmites n'est qu'ébauchée; dans d'autres, elle est beaucoup plus développée.

Dans certains endroits, le mur mitoyen pourrait bien être détruit en un nombre d'années peu considérable.

Le cañon principal montre sur sa rive droite des parois rectilignes, qui illustrent fort bien le second cas d'élargissement signalé par M. Brunhes. Le phénomène tourbillonnaire a fini par être dominé ou aidé par la structure intime de la roche; les marmites rondes ont si bien sapé la base d'une plaque isolée par une synclase ou diaclase que cette plaque est tombée. Un massif de roche est prêt à culbuter

(*) Ne pourrait-on pas essayer de préserver ce phénomène d'une destruction éventuelle dans le genre de ce qui est arrivé à la Perte du Rhône?

(**) Ces vues ne peuvent malheureusement pas être publiées dans ce travail. On les trouvera dans *La Géographie* du 15, XII, 1903.

de la même manière. Cette forme rectiligne de la gorge n'est naturellement que transitoire (*).

J'ai fait quelques sondages dans le chenal principal. Le premier a donné :

| | |
|---|---|
| Au-dessus de l'eau. . . . . . . . . | 10m 50 |
| Dans l'eau. . . . . . . . . . . . . | 4m 70 |
| TOTAL. . . . . | 15m 20 |

Le second, fait au pont même, a donné :

| | |
|---|---|
| Au-dessus de l'eau. . . . . . . . . | 9m 80 |
| Dans l'eau. . . . . . . . . . . . . | 6m 70 |
| TOTAL. . . . . | 16m 50 |

Le troisième, exécuté plus bas, a fourni :

| | |
|---|---|
| Au-dessus de l'eau. . . . . . . . . | 8m 50 |
| Dans l'eau. . . . . . . . . . . . . | 6m 20 |
| TOTAL. . . . . | 14m 70 |

Mais à l'endroit le plus étroit, à une vingtaine de mètres au S. du poste des douaniers, le quatrième sondage a donné :

| | |
|---|---|
| Au-dessus de l'eau. . . . . . . . . | 10m 80 |
| Dans l'eau, *sans toucher le fond* . . | 15m » |
| TOTAL : *plus de* | *25m 80* |

Ma ficelle était trop courte !

Or, ma sonde ne se trouvait pas là dans une simple marmite, mais dans une *fente longitudinale*, car elle pouvait être entraînée sans obstacle sur une certaine longueur. J'ajoute que mon sondage a été fait de manière à n'être pas faussé par cet entraînement longitudinal, quoique le courant profond fût sensiblement plus puissant que celui de la surface. A ma prochaine visite, j'apporterai ce qu'il faut pour sonder à fond cette place et aussi pour savoir si les trois premiers sondages ne sont pas venus buter sur un plancher séparant deux étages de galeries, ce plancher étant enlevé par l'érosion à la

(*) Dans l'une de ces parois, une marmite allongée est morte pour avoir engouffré trop de grosses pierres (voir BRUNHES, op. cit., p. 174). — Il est probable que les touristes ne sont pas étrangers à ce comblement.

place du quatrième sondage (*). Cela expliquerait ce saut brusque de 16 à 26 mètres et ce courant intérieur violent.

La surface supérieure des massifs qui séparent les deux chenaux du cañon principal, présente de petits creux, probablement dus à l'érosion *chimique*, par suite du séjour un peu prolongé de l'eau de crue ou de l'eau de pluie dans de petites dépressions, que cela élargit et approfondit peu à peu — on en trouve en plusieurs endroits aux Oulles (**). Toutefois j'y ai vu (sans les photographier) de très petits creux, qui étaient de vraies marmites d'érosion mécanique. Une entre autres, de o m. o5 de diamètre et o m. oo5 de profondeur, est causée par un ruisselet pluvial qui y met du sable en mouvement.

Pour obtenir des vues de marmites *en activité*, j'ai essayé de faire des photographies plongeantes dans le chenal principal, à travers l'eau transparente. Il va sans dire que ces photographies sont peu claires, mais elles ne manquent pas d'intérêt, notamment en ce qu'aucune ne contient de « meule » (***).

Par places on assiste à l'enlèvement de la cloison mitoyenne entre deux marmites voisines et, par conséquent, à la transformation en *gorge* d'une série primitive de marmites individuelles.

Plusieurs marmites montrent la déformation graduelle des blocs qui y sont tombés.

Dans l'une, un morceau de la couche superficielle s'est affaissé et s'y trouve encore intact.

D'autres me semblent trancher *expérimentalement* la question, d'ailleurs déjà résolue théoriquement (voir Brunhes, *op. cit.*, p. 171 et suivantes), de savoir si c'est la « meule » qui fait le « moulin », ou si « meule » et marmite sont façonnées simultanément par les petits matériaux.

Un bloc émergeait du sable dans une marmite (****). Cette marmite a été débarrassée de son sable et on a pu constater que la « meule » est polie en bas et rugueuse en haut ; ce qui semble bien prouver que c'est le sable, en tournoyant, qui a arrondi bloc et

(*) On dit qu'avant les stupides coups de mine, la Perte du Rhône présentait de ces planchers troués.

(**) J'avais remarqué un phénomène semblable au désert de Platé, mais je ne l'ai pas mentionné dans ma notice (*La topographie du désert de Platé*, dans *Le Globe*, Genève, 1895).

(***) Une forte réverbération du soleil sur l'eau en gâte encore l'effet. Pour le cas où des collègues photographes voudraient recommencer l'expérience, j'ajoute que c'est lorsque le paysage sous l'eau est dans l'ombre qu'il réussit le mieux, moyennant une pause.

(****) Diamètre S.-W. — N.-E. = 1 m 75, — diamètre perpendiculaire = 1 m 45, — profondeur = plus de 0 m 80.

marmite, en attendant que la grosse pierre culbute et offre au sable une autre de ses parties à polir (*).

Or, à part la « meule », cette marmite ne contenait *que du sable fin sans le moindre caillou* (mais des œufs de lézard et quelques plantes).

D'autres faits signalés par M. Brunhes sont encore illustrés au Pont des Oulles.

Ainsi une marmite a deux étages. Il est probable que l'étage inférieur est dû à un abaissement brusque du déversoir.

Une autre est un joli exemple de marmite inachevée présentant la forme en « fond de bouteille » (**). Cette marmite contenait du sable et des pierres allant jusqu'à o m. 02 de grand axe.

En résumé, il me semble que tous les phénomènes signalés par M. J. Brunhes dans ses diverses publications sur l'érosion mécanique trouvent leur confirmation au Pont des Oulles. Je n'ai pas su y en découvrir d'autres encore inconnus. Je crois donc que, grâce à lui, le mode d'action de l'eau tourbillonnante est bien et dûment connu.

Il reste un problème capital à élucider : celui des diverses *causes* de ce mouvement giratoire si général. Je ne doute pas que quelque membre du Congrès n'apporte des documents importants sur ce sujet.

---


## M. L.-A. FABRE

Inspecteur des Eaux et Forêts, à Dijon


### SUR LA DISSYMÉTRIE DES VALLÉES ET LA LOI DITE : DE DE BAER [551.35]

— *Séance du 6 août* —

La *dissymétrie* des vallées et la *dérivation* des thalwegs sont des phénomènes connexes. Ils peuvent être localisés ou affecter l'ensemble des cours d'eau groupés dans une même région.

Au XVIII^e siècle, l'ingénieur hydrographe français de Lamblardie,

(*) La forme irrégulière de la marmite peut s'expliquer par le fait que le bloc y est placé de travers. Il est probable que l'eau tourne différemment des deux côtés.

(**) Diamètre N.-S. = 0m80; diamètre E.-W. = 0m73. — Hauteur du cône au-dessus du fond : 0m13 du côté S., 0m07 du côté N.

étudiant ces phénomènes dans les vallées de la Haute-Normandie, les rattacha à des faits de *dénudation* consécutifs à l'action des vents dominants.

Plus tard, après les expériences de Foucault, l'académicien Babinet les attribua à l'action directe de la *rotation terrestre*. Le physicien russe de Baer reprit l'idée et formula la « loi » en vertu de laquelle « les rivières, sollicitées par la rotation terrestre, tendent à « dériver, à droite sur l'hémisphère nord, à gauche sur l'hémisphère sud ».

De nombreux faits, spécialement tirés de vallées suivant la direction d'un méridien, étayaient cette théorie, séduisante par sa nouveauté et sa simplicité. On l'allégeait il est vrai d'objections gênantes et particulièrement de celles relatives au frottement, considérant l'eau des fleuves comme glissant sans lits et sans berges, idéalement, à la surface de la terre.

La « loi » fut propagée par d'éminents géographes; Élisée Reclus l'étendit aux régions d'estuaires, de deltas; après lui, beaucoup d'auteurs lui ont trouvé des applications.

Cependant, des observations scrupuleuses et l'interprétation méthodique des faits commencèrent à faire douter de sa valeur.

Il y a peu d'années, A. Penck, analysant les travaux de de Lamblardie, recourut une seconde fois à *l'influence éolienne* pour expliquer la dissymétrie des vallées, particulièrement dans l'Europe centrale et dans la région sous-pyrénéenne. La dérivation des fleuves dans les deux hémisphères lui paraît être sans aucune relation avec la rotation terrestre et commandée seulement par des influences physiques. A. de Lapparent, G. de la Noë, E. de Margerie et la plupart des auteurs qui ont étudié cette double question l'envisagent au même point de vue.

## I

La région sous-pyrénéenne est certainement celle où les faits de dissymétrie et de dérivation ont été les plus signalés. Tous les cours d'eau sous-pyrénéens dérivent plus ou moins; la section droite de leurs vallées est nettement dissymétrique, souvent sur de grandes étendues. É. Reclus et A. Duponchel expliquent ces faits par l'influence de la rotation terrestre; Leymerie, Surrel, Delesse, Risler ne recourent à la « loi » que sous réserves.

En 1898, nous avons présenté, M. E. Marchand, directeur de l'Ob-

servatoire national du Pic-du-Midi, et moi (*), une première étude des faits d'érosion torrentielle et subaérienne, limités à la région des hauts plateaux gascons de Lannemezan, Orignac et Ger, restes des anciens cônes fluvio-glaciaires de la Neste-Garonne, de l'Adour et du Gave. Dans cette étude, nous avons sommairement examiné le régime météorologique, la constitution géologique de la région; l'ensemble des causes, rotation terrestre, vents dominants, vents pluvieux, etc., qui peuvent influer sur les faits considérés. Nous avons été conduits à reconnaître la continuité et parfois la simultanéité des actions ci-après :

1° Attaque éolienne prépondérante sur un des versants;

2° Exagération du ruissellement superficiel sur le versant où l'érosion se localise difficilement par suite de l'instabilité et du sol et du niveau de base;

3° Orientation contre le front attaqué des apports torrentiels latéraux qui affluent du front défilé, plus stable, et où l'érosion se localise plus facilement;

4° Sapement de la base du versant attaqué, sa démolition par glissements, son redressement progressif;

5° Chasse et déblaiement torrentiels des masses détritiques accumulées dans les thalwegs;

6° Triage hydraulique des déblais; le cailloutis siliceux fluvio-glaciaire, lourd et résistant, n'est que difficilement déplacé; il enroche et pave les lits, obligeant les eaux chargées à dépenser leur force-vive plutôt latéralement que verticalement, et le long du versant attaqué, qui dérive.

L'analyse nous a permis en outre de faire valoir la part considérable qui devait être faite aux frottements sur les lits et les berges des cours d'eau étudiés et l'impossibilité d'expliquer par des actions cosmiques, par la loi de de Baer, les faits observés. Ils trouvent tous leurs causes naturelles dans des relations exclusivement physiques tirées :

1° Du *ruissellement superficiel*, par l'attaque des vents pluvieux de l'Ouest;

2° Des *formes topographiques* du sol, par l'extension torrentielle des vallées axillaires qui affluent latéralement contre les berges et les versants attaqués.

Nous avons établi depuis que des considérations purement « géo-

(*) Congrès des Sociétés savantes de 1899 à Toulouse, section des Sciences, pp. 183-220, 3 pl.

logiques » résultant d'oscillations eustatiques du sol, et d'autres exclusivement « humaines », issues de la dénudation culturale, avaient pu activer la marche des phénomènes; une partie de ces derniers reste *acquise* et se maintient telle; l'autre est *active* et progresse tous les jours.

C'est ainsi que les vallées extra-montagneuses de la Garonne, de l'Ariège, du Tarn, de la basse-Save, du bas Adour, du Gave, affectent souvent sur de grandes étendues des profils de dissymétrie « acquise »; le redressement du versant s'est fait, à droite ou à gauche, suivant le front attaqué, soit par des afflux torrentiels latéraux issus des formes topographiques du terrain, soit par l'influence purement éolienne. C'est par cette dernière influence très prépondérante que s'effectue la dérivation des thalwegs des torrents d'Armagnac et de Chalosse : elle se produit vers l'Est (à droite), ou vers l'Ouest (à gauche), suivant qu'un des flancs des vallées se prête plus que l'autre à l'attaque des vents de l'Atlantique. Au voisinage du seuil de Naurouze, le vent méditerranéen dit « d'Autan » a la même action morphologique, qui se traduit dans la vallée de l'Hers par une dérivation souvent occidentale (sur la gauche).

Ces faits de déplacement latéral de thalwegs permettent d'expliquer la morphogénie de la vaste région landaise, autrefois sillonnée par le prolongement du réseau fluvio-glaciaire de l'Adour et des Gaves de Chalosse, qui débouchaient directement soit dans la Garonne, soit sur le littoral. La pénéplanation du sol, l'échelonnement des captures qui tendent actuellement à répartir toutes les eaux, issues du front pyrénéen occidental, soit dans le Gave, soit dans la Garonne, résultent de l'attaque constante que subissent les sols meubles et friables de la Gascogne pyrénéenne : ils cèdent à l'effort permanent de la « lame éolienne » de l'Atlantique et à la chasse puissante des eaux torrentielles qui se condensent au voisinage de l' « écran pyrénéen ».

A part le plissement de Saint-Sever, les accidents tectoniques de la Cuvette gasconne, démantelés, décapés, noyés sous des masses alluviales accumulées depuis l'époque oligocène, n'ont pu avoir raison de cette double attaque, qui a semé très au loin des rivages actuels d'Aquitaine, sur les fonds précontinentaux, les épaves détritiques du sol gascon.

La dissymétrie très accentuée de l'estuaire girondin, qui s'encaisse fréquemment à droite contre de hautes falaises, tandis que la rive gauche s'étale basse et sablonneuse, a été attribuée à la « rotation terrestre » (Lenthéric). Des travaux antérieurs (Krümmel) avaient

établi l'impossibilité de constater cette influence. On sait d'autre part que l'estuaire actuel, assis dans une région faillie, n'est que l'ultime expression d'un ancien delta, encombré de masses caillouteuses, de hauts fonds arénacés progressivement atterris de l'Ouest à l'Est : Dordogne, Garonne, Adour et Gave, charriant les débris du Plateau Central et des Pyrénées, y ont conflué après l'expansion fluvio-glaciaire pliocène. Les atterrissements, progressant sous l'influence du courant littoral des Landes, déplacèrent du S.-O. au N.-E. les anciennes diramations du delta, qui se réunirent et s'encaissèrent à l'Est contre la falaise tertiaire, toujours sapée par la mer et attaquée par les vents d'Ouest. Le chenal s'établit en Gironde sur la rive médullienne convexe (à gauche), les atterrissements se font sur la rive saintongeoise concave (à droite). (Hautreux.)

La dissymétrie de la vallée et l'évolution des diramations du delta du Rhône n'ont pas échappé à une interprétation de la loi de Baer (Lenthéric, Monin, Malavialle). La continuité de l'afflux latéral des apports torrentiels qui ont encombré et encombrent encore la plus grande partie de la rive gauche du fleuve de Lyon au delta, rejetant son cours sur l'autre rive, a été magistralement exposée par Surrel : Les idées de l'éminent ingénieur se sont trouvées implicitement confirmées par les travaux géologiques de M. Ch. Dépéret. Dans la région du delta, E. de Beaumont et Lenthéric ont établi que la branche la plus ancienne s'est orientée contre la rive languedocienne sous l'influence du cône fluvio-glaciaire de la Crau formé par la Durance. Le jeu rythmé des atterrissements ultérieurs, plus ou moins facilité par l'intervention de l'homme, amena la création de nouvelles diramations orientées vers l'Est.

## II

Interprétés à la lumière de ces observations, la plupart des faits de dissymétrie cités à l'appui de la loi de de Baer trouveront des explications physiques naturelles. Nous passerons très sommairement en vue les cas les plus intéressants.

La basse vallée du Tage est dissymétrique. Le fait est d'ordre tectonique et torrentiel : la rive gauche appartient à un compartiment affaissé qui a laissé la rive droite en saillie ; les affluents de gauche affouillent des terrains meubles où ils se chargent de matériaux détritiques (Choffat). En Algérie le déplacement vers l'Est et

la formation des terrasses de l'Ysser ont été rattachés à un ensemble de phénomènes régionaux géologiques, captures, etc. et évasivement à des oscillations eustatiques de lignes de rivages, à l'exclusion de causes cosmiques (de Lamothe).

La basse vallée du Nil, d'origine tectonique, orientée S.-N. s'appuie contre la falaise arabique et délaisse la rive libyque plus étalée. On sait que les vents d'entre N.-W. et S.-W. dominent en Égypte (Schirmer). E. de Beaumont fait remarquer l'analogie du sol libyque avec celui des terrasses de la Garonne. Lors des crues, le Nil remplit sa vallée. Au cours du creusement de cette dernière, la rive droite a donc certainement subi une action éolienne prépondérante, susceptible de produire la dissymétrie. Les effets de déflation (Walthers) et de corrosion éolienne (J. Brunhes) ont pu s'ajouter à cette action. Il est établi, depuis longtemps d'ailleurs, que, dans la région du delta, la branche canopique longeant la rive libyque, oblitérée aujourd'hui, était la plus ancienne : cette branche et celle de Rosette, par laquelle la masse des eaux du fleuve s'évacue maintenant, sont toutes deux orientées vers l'Ouest, à gauche de la vallée.

La loi de Baer a été fréquemment invoquée pour expliquer les dérivations des fleuves de l'Inde. Le régime météorologique est ici sous l'influence de deux courants contraires très puissants, les alisés et les moussons. Les effets de ce régime sur les rivières n'ont, pour ainsi dire, pas été étudiés. Toutefois Reclus a signalé que le delta de la Caveri était rejeté au Nord (sur la gauche) par les moussons. On a remarqué (E. Suess) que l'action sédimentaire du Brahmapoutre faisait dévier le Gange sur la droite. En Chine, des trois Kiangs par lesquels débouchait autrefois le Yang-Tse-Kiang, il ne reste plus que la branche la plus septentrionale (celle de gauche) (P.-H. Havret). Le Hoang-Ha a déplacé son embouchure de 7 degrés de latitude sur la gauche (A. Wœikof).

En Sibérie, l'Yenissei, l'Obi et l'Yrtisch ont assis leur vallée dans de véritables « cassures » (E. Suess); les lèvres orientales constituées par des terrains anciens, rocheux, font saillie sur les rives occidentales « effondrées » et alluvionnées par des sédiments récents, meubles. La Sibérie Occidentale est soumise à un régime alternatif de vents de N.-W. et de S.-E., avec prédominance de ceux de N.-W. : ce régime a certainement une influence sur le cours de fleuves puissants, largement étalés et dont les vallées s'orientent généralement du Sud au Nord.

Comme ceux des toundras, les fleuves des steppes méridionales de la Russie, orientés vers le Sud et dont les rives occidentales redressées

dominent les rives orientales, ont été cités par de Baer à l'appui de sa « loi ». Ici, les vents dominants sont ceux du Nord-Est, « dits de retour »; ils attaquent les rives occidentales. Les faits géologiques sont particuliers. La basse plaine russe est une immense pénéplaine au substratum varié, généralement crétacique, recouvert d'un épais manteau lœssoïde relativement meuble, provenant du glacier scandinave quaternaire (W. Davis). On estime que cette plaine a subi un exhaussement de 100 à 200 mètres par suite d'un mouvement eustatique négatif de lignes de rivages. On conçoit que, sous la double influence des vents dominants et du déplacement du niveau de base, le creusement des vallées dans les sols meubles et peu résistants ait sollicité les fleuves à dériver vers l'Ouest, sur la droite, délaissant constamment leur rive orientale, tandis que l'autre tendait à se redresser : la dissymétrie reste « acquise ».

Ces faits d'érosion sont devenus « actuels » depuis que, sous l'influence de cultures intensives et de dénudations, les steppes à tchernoziom se sont ravinées outre mesure (Woeikof, Sibirtzew, Krasnow, etc.).

Les « ovraji » qui ne « jouent », chaque année, que pendant un temps relativement court, mais suffisant pour étendre démesurément leur sillon dans la steppe, donnent une idée de la puissance érosive qu'eurent nécessairement les fleuves russes, très largement pourvus d'eau, lors de l'établissement de leur réseau hydrographique.

En plusieurs points de son cours, et particulièrement dans les plaines hongroise et bulgare, le Danube a été manifestement dévié vers sa rive droite sous l'afflux de réseaux torrentiels issues des Carpates ou des Alpes de Transylvanie. Les « bouranes » de l'Est ont accentué cette « poussée » dans les putztas.

Avant d'être endigué, le cours du Pô était alternativement rejeté à droite ou à gauche, sous l'influence torrentielle de ses tributaires des Alpes ou des Apennins.

Du Texel à l'Elbe, on a constaté que le rivage Ouest des estuaires « monte raide, le rivage Est s'inclinant doucement » (O. Krümmel). Il en est de même pour le Rhin, l'Escaut et la Meuse (E. Reclus) : cette disposition est à l'encontre de la loi de de Baer.

La plupart des vallées de la Belgique occidentale, qui s'orientent du S. au N., ont une dissymétrie spéciale résultant de ce fait que, après leur creusement, elles ont subi l'alluvionnement éolien des *limons hesbayens*, chassés par les vents secs de l'Est. Ces limons se sont plaqués de préférence sur les flancs gauches des vallées exposées à l'Est (Van den Brœck, Rutot) : les flancs droits, restant exposés

aux vents pluvieux de l'Ouest, se sont légèrement redressés et dénudés, si bien que, de place en place, on y voit apparaître en liséré le substratum tertiaire recouvert par des limons polymorphes d'âges variés, qui reste toujours caché sur les flancs gauches.

Le nouveau monde présente deux cas remarquables de dissymétrie fluviale, l'un pour, l'autre contre la loi de de Baer.

Presque dès son origine et jusqu'à son delta, le Mississipi est en rébellion ouverte contre la « loi ». Sa rive gauche, semée de « bluffs », est relevée, son delta s'est déplacé vers la gauche. Lyell attribue à des affluences torrentielles de l'Ouest la dérivation du fleuve vers l'Est. On sait, d'ailleurs, que le vent du N.-W. domine dans la grande plaine alluviale américaine (Woeikof). Si l'influence cosmique est ici manifestement évincée, les faits d'ordre géographique ou géologique acquièrent toute leur valeur pour expliquer les phénomènes observés.

Le Parana et l'Uruguay, à l'inverse du Mississipi, sont cités (É. Reclus) comme suivant fidèlement la loi de dérivation : leur rive redressée se trouve à gauche, comme elle doit l'être dans l'hémisphère austral.

Il convient de remarquer que le cours de ces fleuves, qui coulent dans l'immense plaine lœssoïde des pampas, est soumis à des influences torrentielles et éoliennes venues de l'Ouest et qui attaquent par conséquent leur rive gauche. Torrents andins et « pamperos » du Sud-Ouest ont certainement agi au cours du creusement des vallées pour rejeter les eaux vers l'Est, déterminer une dissymétrie qui reste « acquise ».

En ce qui concerne l'embouchure des fleuves de l'hémisphère Sud, « il est difficile d'opposer des exemples décisifs pour ou contre l'action de la rotation terrestre dans l'observation des courants de marées » (O. Krümmel).

## III

Ce rapide aperçu établit que le double phénomène de dissymétrie et de dérivation fluviales est sous la dépendance prépondérante de causes géologiques et géographiques.

Le principe formulé par de Baer n'a pas les caractères d'une « loi ».

Dans la région des deltas ou des estuaires, les faits sont à peu près universellement contre la « loi ». Dans les vallées proprement dites, la force cosmique déviante n'a pas une intensité suffisante

pour vaincre la résistance des frottements que les rivières exercent sur leur lit et leurs berges.

Toutefois, il n'en est pas de même pour les « fleuves » immenses et profonds qui sillonnent l'Océan : ceux-ci glissent, pour ainsi dire sans frottement, au milieu des eaux marines (J. Thoulet). Aussi, la rotation terrestre agit-elle puissamment sur les courants marins.

La trajectoire des courants aériens, qui flottent encore plus librement, est aussi sous cette influence : ces courants, à leur tour, orientent la marche des eaux superficielles de la mer (A. de Lapparent, Bouquet de la Grye, etc.).

Le mouvement général de cet immense afflux liquide et éolien est ainsi concordant. La trajectoire aérienne s'oriente, à l'aller, par un mouvement ascensionnel, de l'Équateur aux Pôles et inversement au retour, suivant des directions obliques aux parallèles et aux méridiens.

On conçoit, dès lors, que les vallées continentales, orientées suivant un méridien, aient un de leurs versants plus particulièrement soumis à l'attaque éolienne. Leur profil pourra donc se façonner suivant la *loi de de Lamblardie.* Pour peu que les conditions pétrographiques et topographiques s'y prêtent, la dérivation des thalwegs sera manifeste.

C'est cette « apparence », indirectement dérivée de la rotation terrestre, qui a sans doute motivé l'interprétation cosmique. Les forces de cet ordre, dans le grand travail de l'érosion des vallées continentales, ne paraissent exister qu'à l'état latent : elles restent subordonnées à des influences purement physiques.

« La dissymétrie des vallées fluviales et la dérivation des thalwegs « résultent de causes géologiques et géographiques, principalement « de l'érosion torrentielle et subaérienne du sol. »

---

## M. C. BRUYANT

Professeur suppléant à l'École de Médecine et de Pharmacie de Clermont
Sous-Directeur de la Station limnologique de Besse

### LES SEICHES DU LAC PAVIN [525.66

— *Séance du 6 août* —

« Les riverains du Léman appellent *seiche* un phénomène accidentel consistant en un mouvement alternatif et répété d'élévation et d'abaissement des eaux du lac. Dans certaines circonstances, on voit à Genève le niveau du lac s'élever lentement pendant 17 ou 36 min., d'une hauteur variable de quelques centimètres à quelques décimètres; puis il s'abaisse lentement aussi d'une quantité à peu près égale; puis il s'élève de nouveau pour s'abaisser encore, et ainsi de suite. On dirait des vagues gigantesques prodigieusement faibles et prodigieusement lentes; on dirait des marées en miniatures, à périodes singulièrement rapides. » (Forel, *Le Léman*, t. II, p. 40.)

L'étude des seiches, poursuivie en détail au lac de Genève, particulièrement par Forel, a donné lieu à de nombreuses observations à l'étranger. Si les traits essentiels en sont aujourd'hui bien établis, quelques points nécessitent cependant de nouvelles recherches.

Les seiches correspondent à un mouvement oscillatoire de la masse totale du lac.

Dans le cas le plus simple, celui des *seiches uninodales*, la masse liquide se déplace en oscillant alternativement de chaque côté d'un plan vertical qui coupe le bassin en deux moitiés. Sur la ligne médiane, l'eau subit un simple mouvement oscillatoire horizontal; des deux côtés de cette ligne médiane nodale, le mouvement se complique et l'eau, tantôt amenée en excès tantôt enlevée par le balancement pendulaire, subit des variations de hauteur en outre du déplacement horizontal. Il en résulte que, dans les deux moitiés du bassin, la surface de l'eau présente des dénivellations rythmiques qui tantôt s'élèvent et tantôt s'abaissent au-delà du niveau moyen.

Lors des *seiches binodales*, le mouvement de la masse liquide peut être considéré comme résultant de la juxtaposition de deux mouvements uninodaux. Supposons que, dans le milieu de la longueur d'un

bassin, on imprime à l'eau un mouvement rythmique, en y faisant mouvoir verticalement un solide qu'on enfonce et qu'on soulève alternativement, on obtiendra un mouvement de balancement partiel dans les deux moitiés du bassin. Ce mouvement sera caractérisé par l'existence de deux lignes nodales, placées l'une au premier, l'autre au troisième quart du bassin, et de trois ventres d'oscillations : l'un médian, les deux autres terminaux.

On peut de même concevoir la formation de *seiches trinodales* à trois nœuds et quatre ventres et, d'une manière générale, de *seiches plurinodales* avec un nombre de nœuds égal à $n$ et un nombre de ventres égal à $n + 1$.

Dans tous les cas, il y a toujours un ventre d'oscillation à chaque extrémité du bassin, au point où la vague se réfléchit pour retourner en arrière. En effet, ces vagues *d'oscillation fixe*, pour adopter l'expression de Forel, peuvent être considérées comme étant des séries de vagues d'oscillation progressive, arrêtées dans leur marche par une paroi contre laquelle elles se réfléchissent successivement. Elles retournent en arrière, chacune d'elles interférant avec les vagues qui lui succèdent et donnant un ventre aux points où deux sommets homologues coïncident, un nœud où la coïncidence se fait entre deux sommets inverses.

Enfin, Forel a donné le nom de *seiches dicrotes* aux oscillations résultant de la superposition de seiches uninodales et de seiches binodales. Les tracés fournis par le limnographe, pendant ces séries de seiches, sont formés d'une succession de courbes à double sommet et rappellent les tracés sphygmographiques du pouls dicrote.

Les seiches ou vagues d'oscillation fixe, vagues de balancement, ne sont jamais isolées. Étant l'expression d'un mouvement pendulaire, elles se présentent sous forme de séries dont l'amplitude décroît jusqu'à o.

L'amplitude est naturellement variable avec chaque série de seiches ; mais la durée de chaque oscillation est constante pour chaque type considéré dans un même bassin lacustre. L'expérimentation établit que cette durée est fonction directe de la superficie du bassin, fonction inverse de la profondeur.

On doit à Lord Kelvin (sir William Thomson) une formule permettant de calculer approximativement la période de la seiche pour un lac de forme simple. Cette formule est la suivante :

$$t = \frac{l}{\sqrt{gh}}$$

$g$ est le coefficient de la pesanteur, $l$ la longueur du bassin, $h$ la profondeur moyenne, exprimée en mètres; $t$ exprime en secondes la durée de la demi-oscillation.

La formule de P. du Boys est applicable aux cas où la profondeur du bassin est irrégulière. Enfin, en ce qui concerne les seiches binodales, du Boys considère ces vagues binodales comme ayant une durée de la moitié des vagues uninodales : $\frac{t}{t'} = 2$, tandis que le professeur Soret arrive à un résultat un peu différent.

D'après ce dernier, la formule devient pour un lac de profondeur infinie

$$\frac{t}{t'} = \sqrt{2}$$

tandis que la première ne s'applique qu'au cas où la profondeur tend vers 0.

Nous verrons plus loin que l'observation indique pour les différents lacs des durées fort variables.

Quelle est la cause des seiches?

Les seiches du Léman ont été signalées pour la première fois en 1730 par Fatio de Duiller, ingénieur des fortifications de Genève, qui en attribua la formation à l'arrêt des eaux du Rhône sur le banc de Travers, par les coups de vent du midi. Depuis ces premières constatations jusqu'au jour où l'on eut établi sur des bases solides cette théorie que nous avons essayé de résumer brièvement, bien des opinions ont été émises, même les plus fantaisistes. Cependant, la plupart des observateurs, parmi lesquels H.-B. de Saussure et Vaucher, voient une relation étroite entre le phénomène des seiches et les perturbations atmosphériques.

Les très nombreuses observations de Forel établissent que les seiches existent en tout temps, mais qu'elles s'exagèrent en cas de vent violent et qu'elles atteignent leur maximum d'intensité en temps d'orage.

Les variations locales de la pression atmosphérique, comme il s'en produit lors des orages, traduites sur le baromètre par des sautes subites, sont toujours accompagnées de seiches. Les dimensions de celles-ci sont, d'autre part, en rapport avec l'amplitude de la variation barométrique (Forel).

Le vent peut être la cause de dénivellations considérables de la nappe d'eau. L'eau est déprimée dans la région sur le vent; elle est soulevée, accumulée dans la région sous le vent. Or, si le coup de vent est subit ou s'il cesse subitement, si la vitesse de l'apparition

ou de la disparition du phénomène est en rapport avec le rythme du balancement de l'eau, il semble qu'il puisse y avoir mise en oscillation de la masse du lac et production de seiches. L'observation conduit à admettre cette conclusion; mais il est probable qu'il y a là une cause beaucoup moins puissante que la variation brusque de la pression atmosphérique, puisque le plus grand vent observé sur le Léman n'a été accompagné que de seiches de médiocre amplitude.

* * *

*Lac Léman.* — Les seiches longitudinales uninodales ont une durée de 73 min. environ. La ligne des nœuds ne coupe pas exactement l'axe longitudinal en son milieu (*); elle est de 24 kilom. plus rapprochée de Genève que de Villeneuve. Le ralentissement de la propagation de l'onde, par le fait de la faible profondeur du Petit-Lac, est tel que la vague met autant de temps pour parcourir les 24 kilom. de Genève à Promenthoux que les 48 kilom. de Promenthoux à Villeneuve.

La durée des seiches longitudinales binodales est de 35,5 à 35,6 min. : elle est donc un peu plus courte que la moitié de l'uninodale $\left(\frac{t}{t'} > 2\right)$

Il est rare que les seiches longitudinales soient de type simple : le plus souvent, il y a coexistence des seiches uninodales et binodales : ce sont là les seiches dicrotes.

En ce qui concerne l'amplitude maximale des seiches longitudinales, les anciennes observations indiquent des chiffres très élevés (2 m.) qui se rapportent non point aux dénivellations du Lac, mais à celles du Rhône. La hauteur maximale enregistrée par le limnographe de Sècheron, non loin de Genève, pendant une période de 17 années, a été de 63 cent.

Les seiches transversales uninodales, observées à Morges, ont une durée de 10 min. (**) et atteignent exceptionnellement l'amplitude de 20 cent. Les seiches de 5 min. sont du type binodal. Les seiches dicrotes sont également représentées.

Les séries de seiches ont une durée variable; parfois elles ne comprennent que quelques oscillations. Le plus souvent elles comptent des vingtaines, des cinquantaines d'oscillations successives. D'ailleurs, une série de seiches n'a ordinairement pas le temps de s'éteindre spontanément; elle est détruite par la production d'une nouvelle série qui, elle-même, sera remplacée par d'autres. La longueur des séries de seiches dépend ainsi, en général, de la fréquence des apparitions de nouvelles séries. Il est très rare, d'autre part, que le lac soit au calme plat au point de vue de ces vagues d'oscillation fixe. C'est ainsi, dit Forel, que « dans les six années pendant lesquelles le limnographe de Morges a dessiné pour moi les allures du Lac, je n'ai pas eu un seul jour ou je n'aie pu retrouver les indices d'un mouvement rythmique ».

Enfin, à côté de seiches anormales, « oscillations peu fréquentes, qui

[*] L'axe longitudinal du Lac atteint 72 kilom. Profondeur maximale : 310 m.; profondeur moyenne : 153 m.; superficie : 89 kilomètres carrés.

[**] La largeur du Lac, au niveau de Morges, est de 13 k. 8.

apparaissent parfois dans des conditions mal déterminées et dont la signification n'est pas encore reconnue », Forel a donné le nom de *vibrations* à des oscillations qui apparaissent sur les tracés de tout limnographe suffisamment sensible. La durée en est variable d'un jour à l'autre dans les limites de 15 ou 20 à 120 secondes (Morges). La hauteur, également variable d'un jour à l'autre, est comprise en moyenne entre 1 millim. et 5 cent. Les unes sont produites par les bateaux à vapeur qui circulent sur le Lac : *consécutives*, elles persistent des heures après le passage du bateau; *antécédentes*, elles s'inscrivent sur le limnographe en courbes de près d'un cent. de hauteur, alors que le bateau est encore à 2 kilom. de distance. Les autres vibrations sont rapportées à l'action du vent. La période en est généralement comprise entre 20 et 60 sec.; exceptionnellement, elle atteint 2 min. Les oscillations sont parfois aussi régulières que les seiches les plus caractérisées; d'autres fois, elles sont irrégulières, heurtées, entre-choquées; le rythme en varie d'un cas à l'autre. Nulles quand le Lac est au calme plat, elles sont d'autant plus accusées que le vent est plus fort, sans avoir pourtant de relation avec les vagues d'oscillation progressive. Elles peuvent se superposer aux seiches; pourtant, quand elles sont fortes, elles semblent éteindre ces dernières. Quant à la nature de ces vibrations, Forel tend à admettre que ce sont des vagues d'oscillation fixe à un grand nombre de nœuds, des seiches multinodales.

Quelle que soit l'origine de ces oscillations que nous venons d'énumérer, il est essentiel de faire remarquer que ni les seiches, ni les vibrations ne peuvent être confondues avec les vagues proprement dites ou vagues d'oscillation progressive. Ces dernières ont une durée incomparablement plus faible. Forel attribue, en effet, les dimensions suivantes aux plus grandes vagues qu'il ait observées sur le Léman : longueur : 35 m.; hauteur : 1 m. 70; vitesse par seconde : 7 m. 30; durée : 4 sec. 7.

*Lac de Constance.* — Le lac de Constance mesure 65 kilom. de longueur et 90 m. de profondeur moyenne, la profondeur max. étant 252 m. Les seiches longitudinales uninodales ont une période de 55 min. 8. La durée des seiches binodales, 28 min. 1, est un peu plus longue que la moitié des uninodales $\left(\frac{t}{t'} < 2\right)$. Les seiches dicrotes existent également. Enfin, les oscillations de 4 min., observées à la station de Kirchberg, peuvent être rapportées au type transversal uninodal.

*Lac de Zurich.* — Au lac de Zurich, dont la longueur atteint 29 kilom. et la profondeur moyenne 44 m. pour une profondeur max. de 143 m., la durée de la seiche uninodale est de 45 min. 6; celle de la seiche binodale à peu près moitié moindre : 23 min. 5 $\left(\frac{t}{t'} < 2\right)$. Mais les oscillations sont mal marquées, peu accentuées : elles forment des séries très courtes, qui s'éteignent rapidement.

*Lac de Neuchâtel.* — Au lac de Neuchâtel, les périodes sont respectivement de 50 et de 25 min. $\left(\frac{t}{t'} = 2\right)$. La longueur du bassin est de 38 kilom.

la profondeur moyenne, 64 m., la profondeur max., 153 m. Les seiches sont aussi irrégulières, aussi peu définies que celles du Lac précédent.

*Lac des Quatre-Cantons.* — Le lac des Quatre-Cantons a été l'objet des recherches de Sarasin. Le lac, « malgré sa forme compliquée, faisant mal augurer de la régularité des mouvements qui doivent s'y produire, s'est trouvé plutôt être un instrument vibratoire remarquablement accordé. Il présente en effet avec une grande netteté, suivant les stations, tantôt le grand mouvement longitudinal uninodal, baisse à Lucerne, hausse à Flülen, ou l'inverse, tantôt les subdivisions de celui-là, binodale, etc.; puis l'uninodale de bassins secondaires (Stansstad, Küssnacht). » La durée de la seiche uninodale est comprise entre 44 et 45 min.; celle de la seiche binodale est de 24 min. 15 $\left(\frac{t}{t'} < 2\right)$. Enfin, l'uninodale Küssnacht-Stansstad, c'est-à-dire de la branche transversale du Lac, dure 18 min. et se montre indépendante des autres mouvements du Lac dans la branche principale.

A Flülen, c'est-à-dire à l'extrémité même de cette dernière, le mouvement uninodal se produit presque constamment avec une extraordinaire régularité et en séries très prolongées. Cette régularité doit tenir à la position favorable qu'occupe le détroit des Nases, nœud forcé coïncidant bien avec le pivot naturel du mouvement de balancement des deux moitiés du lac qui se font équilibre de part et d'autre. C'est le contraire de ce que Sarasin a constaté sur le lac de Zurich, « lac avec mouvement de balancement irrégulier et peu constant, qui serait déréglé par la position fâcheuse du nœud forcé de Rapperswyl, qui ne coïnciderait pas avec un nœud naturel du lac et en ferait un instrument touché à faux par l'instrumentiste. »

*Lac Balaton.* — Le lac Balaton est remarquable autant par son étendue que par sa faible profondeur : 77 kilom. de longueur; profondeur moyenne, 3 mèt.; profondeur maxima, 11 mèt. Aussi, les seiches y accusent-elles une durée exceptionnelle, comprise entre 10 et 12 heures (Eugen von Cholnoky).

*Würmsee.* — L'importante monographie de W.-Ule a fourni des documents précis sur la limnologie du Würmsee du lac de Starnberg, situé non loin de Munich. D'autre part, nous devons à H. Ébert une étude des seiches de ce lac (1900-1901).

Le Würmsee, situé à 584 m. d'altitude, est le plus grand des lacs bavarois. Il s'étend presque exactement du sud au nord du 47°49′ au 48° avec 57 k. 93 de superficie, une longueur de 19 k. 6, une largeur maximum de 4 k. 7. Son bassin, de forme générale très simple, présente une cuvette allongée, d'une profondeur moyenne de 54 m. avec maximum de 123 m. et une contenance de 3 milliards de mètres cubes. Son axe longitudinal s'écarte peu de la ligne droite avec une légère courbure dont la concavité est tournée vers l'E. La moitié sud du lac est large et plate, la moitié nord étroite et profonde. La nappe d'eau présente une oscillation rythmique très nette et persistante de 25 minutes de durée, qui est sans aucun doute possible, l'oscillation fondamentale, l'uninodale longitudi-

nale. Cette oscillation ne manque presque jamais; elle se produit souvent en série ininterrompue pendant plusieurs jours. Même lorsque la surface du lac est parfaitement tranquille et que le tracé du limnographe est presque une droite, on distingue encore sur celle-ci de faibles ondulations de la période précitée. Enfin, le limnographe a encore révélé l'existence d'une oscillation de 16 minutes qui peut se superposer à la précédente (seiche dicrote), et d'une oscillation à période de 4 à 6 minutes qui apparaît lorsque la surface de l'eau est violemment agitée. Ébert constate que, lors des variations brusques du baromètre, les oscillations du lac reçoivent une impulsion nouvelle et que leur amplitude peut devenir subitement huit à dix fois plus forte; cependant, les dénivellations ne sont pas du même ordre : « Nous sommes obligés d'admettre, dit Ébert, que ce ne sont pas les variations brusques de la pression atmosphérique seules qui produisent ces fortes dénivellations des seiches, mais que les coups de vent, qui en sont un phénomène consécutif, complètent l'action des premières. » La formule simple que nous avons citée plus haut donnerait pour la période d'oscillation de la seiche une durée de 24 minutes en chiffre rond; l'écart est donc peu considérable. Mais la seiche de 16 min., dépassant de 26,4 o/o la moitié de l'uninodale, ne peut être considérée comme une seiche longitudinale binodale. Ébert est porté à la considérer comme l'oscillation uninodale d'un bassin secondaire.

*Madüsee.* — Le Madüsee, le plus grand lac de Poméranie, mesure 15 k. 5 de longueur, 3 k. 2 de largeur pour une profondeur moyenne de 20 m. et une profondeur max. de 42 m. Sa surface atteint 36 kq. et son volume 726 millions de m. c. On doit au professeur Dr Wilhelm Halbfass une étude très serrée des seiches de ce lac (1902). Les oscillations fondamentales ont une durée de 35 m. 5 et une amplitude maximale de 60 mm. Le limnographe décèle également des oscillations secondaires dont les périodes respectives sont : 20 min. 1, 13 min. 7, 8 min. et 5 min. 5. Halbfass attire à juste titre l'attention sur le désaccord qui règne entre la théorie et l'observation au sujet de la durée des oscillations secondaires et qui nécessite de nouvelles recherches. Quant à l'action des phénomènes atmosphériques sur la formation des seiches, l'auteur constate que l'amplitude de la seiche décroît lorsque la pression atmosphérique augmente et inversement. Les séries d'oscillations de longue durée ne se présentent guère que lorsque le baromètre monte lentement ou se maintient élevé; les seiches dicrotes et surtout les seiches plurinodales sont presque toujours accompagnées de petites dénivellations barométriques.

Les seiches ont été observées dans un grand nombre d'autres lacs que nous ne pouvons énumérer ici (*). C'est à ce phénomène que nous rapportons les variations de niveau constatées par le professeur Alfred-H. Henry, au lac Érié, lors du passage des tempêtes

(*) *Cf.* La bibliographie de cette question dans : Forel, L. Leman, *Monographie limnologique*, t. II, 1895. — W. Halbfass, Stehende Spiegelschwankungen (Seiches) im Madüsee, in Pommern-Zeitschrift für Gewässerkunde, 1902.

(*Monthly Weather Review*, 15 mai 1900) (*). Enfin il nous semble rationnel de proposer la même explication pour les mouvements de la nappe d'eau du Tchad, signalés tout récemment par le lieutenant-colonel Destenave, dans un important article paru dans la *Revue générale des Sciences* (15 juillet 1903).

***

Le phénomène des seiches n'avait jamais encore été reconnu dans les petits lacs d'Auvergne. Lecoq, qui a consacré à l'étude de ces derniers plusieurs chapitres de son volumineux ouvrage intitulé : *l'Eau sur le Plateau Central*, mentionne bien les travaux de Vaucher et de Boué concernant les lacs de Suisse, mais ne rapporte aucune observation relative aux oscillations de nos nappes d'eau.

Nous les avons constatées pour la première fois sur le Pavin, au cours de l'été dernier, par une forte tempête, alors que le lac était démonté et que le vent soulevait les embruns à plusieurs dizaines de mètres de hauteur. Les dénivellations observées à l'aide d'un simple tube gradué, placé en contre-bas dans le déversoir et mis en communication avec le lac, atteignaient 9 à 10 centimètres d'amplitude. La période d'oscillation paraissait un peu inférieure à 60 secondes.

Le lac Pavin est une nappe d'eau de 44 hectares de superficie. La forme en est grossièrement circulaire et les différents diamètres varient entre 700 et 770 m. La profondeur maximale déterminée par les sondages précis de Delebecque atteint 92 m. 10. Les profils ne sont pas absolument symétriques comme dans les lacs-cratères typiques et diffèrent suivant le plan dans lequel on les relève. Néanmoins, dans l'étude des seiches, il ne peut être question d'oscillations longitudinales et transversales. En d'autres termes, les seiches ne peuvent êtres orientées comme dans un lac où la longueur est très différente de la largeur ; elles doivent se produire dans tous les sens, avec une durée très peu variable en rapport avec la profondeur moyenne prise dans le plan de direction de l'oscillation. La formule appliquée au cas du Pavin, sur les données fournies par le plan de Delebecque (Atlas des Lacs français), indique comme minimum (diamètre de 700 m.) 54 sec., et comme maximum (770 m.) 61 sec. La période est très courte, mais aussi le Pavin est-il un des lacs les plus *creux* de France. Le rapport qui exprime la profondeur

(*) *Cf.* Ch. Rabot, *Revue de Limnologie* (1900-1901). La Géographie, *Bulletin de la Société de Géographie*, juillet 1901.

relative est $\frac{1}{7.20}$. Seuls le Lac Bleu et le Lac de Lesponne (Pyrénées) ont une profondeur relative plus considérable : $\frac{1}{5,7}$ et $\frac{1}{6,2}$.

Étant données d'une part la briéveté de la période d'oscillation, d'autre part l'impossibilité de laisser à demeure un appareil au bord du lac, nous avons construit au Laboratoire de Besse un limnographe assez simple, mais qui a néanmoins donné des résultats satisfaisants.

Ce limnographe (*fig. 1*) comprend essentiellement un récipient cylindrique R, mis en communication avec le lac par un tube de

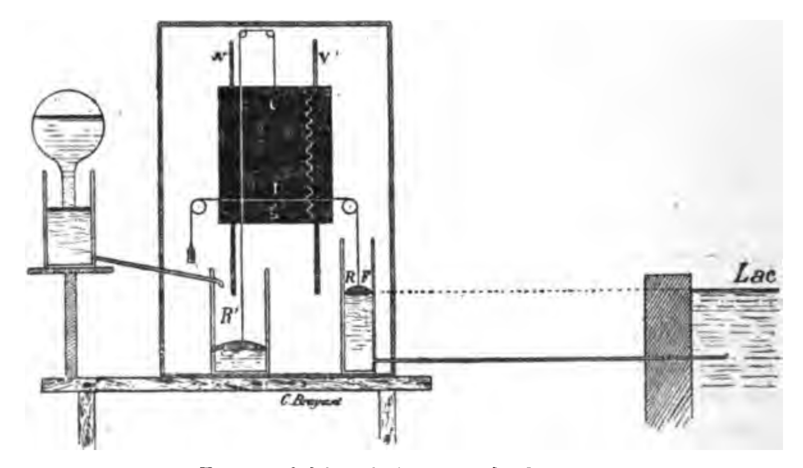



FIG. 1 — Schéma du limnographe de Besse.

diamètre et de longueur appropriés et contenant un flotteur F. Un fil, fixé à ce flotteur et tendu par un contre poids, porte un index I, qui se déplace horizontalement à chaque variation de niveau. Les déplacements sont inscrits sur une feuille de papier noirci, placée elle-même sur une plaque de carton C qui glisse d'un mouvement uniforme sur deux baguettes de verre V et V'. On obtient le mouvement uniforme grâce au dispositif suivant : la plaque est reliée à un flotteur R' placé dans un second récipient cylindrique, que remplit un jet d'eau coulant sous pression constante. La vitesse du mouvement dépend de l'orifice d'écoulement et la durée de la marche de l'appareil est en rapport avec la capacité du récipient. On peut donc régler à volonté l'une et l'autre.

Par les temps de calme plat, le tracé du limnographe est une ligne droite : le lac est dans un état d'immobilité complète qui confirme

l'observation faite parallèlement au tube gradué (limnimètre). Mais il y a lieu de faire remarquer qu'en réalité on ne pourrait conclure à l'immobilité absolue de la nappe d'eau qu'à la suite d'observations portant sur deux stations limnimétriques ; il serait admissible, en effet, étant donnée la forme de la cuvette lacustre, que l'appareil unique fût placé sur une ligne nodale.

Quand la surface du lac est agitée par les vagues d'oscillation progressive, le limnographe décide aussi l'existence de vagues d'oscillation fixe. Le maximum d'ampli-

1 30 Nov. 1902

2

FIG. 2. — Seiches du Pavin.
1 Tracé fourni par le limnographe mal accordé : 9 h. 24 à 10 h. 4.
2 Tracé normal : 10 h. 36 à 11 h. 10.

30 Novembre 1902

FIG. 3. — Seiches du Pavin.
Tracé normal : 11 h. 17 à 11 h. 46.

27 Nov. Neige

FIG. 4.
Seiches du Pavin.

tude constaté jusqu'ici est de 10 centimètres Les oscillations les plus fréquentes sont d'autre part comprises entre 10 et 20 mm. et se rapportent au type uninodal (*fig. 2, 3, 4*); la moyenne des observations faites jusqu'ici conduit, en effet, à leur attribuer une durée de 55 sec., comprise dans les limites assignées par le calcul. Nous ne possédons encore qu'une seule observation de seiches binodales, faite au limnimètre; ces seiches semblent avoir une période à peu près moitié moindre.

Ces premières constatations, encore incomplètes, démontrent seulement l'existence au lac Pavin de seiches identiques à celles des grands lacs. Mais il est nécessaire de procéder à une longue série d'observations, pour être à même de discuter certaines particularités déjà relevées dans les tracés et de rechercher la cause exacte de ces phénomènes caractéristiques des lacs.

---

## M. Gabriel GUILBERT

Météorologiste, à Caen

### BRUME ET BROUILLARD

— *Séance du 8 août* —

Un nuage, disait Monge, est un brouillard dans lequel on ne se trouve pas et le brouillard est un nuage dans lequel on se trouve.

Cette définition est encore exacte, au moins pour le brouillard. C'est, en effet, un nuage aqueux, *un cumulus*, beaucoup plus facile à observer que tout autre, puisqu'il se forme sous nos yeux.

Mais son origine est-elle toujours identique? N'y a-t-il pas lieu de distinguer entre les brouillards du soir et du matin — nés dans la plaine ou sur les cours d'eau, dans les vallées ou sur les forêts — et les brouillards survenant à toute heure du jour et paraissant descendre des régions aériennes?

Si nous nous arrêtons au texte des *Instructions météorologiques*, incontestablement nous ne ferons aucune distinction. Tout nuage humide qui se présente à la surface du sol est un brouillard et ne doit porter que le nom de brouillard.

D'autres auteurs, l'excellent professeur Millot notamment, dis-

tinguent avec raison les brumes *d'évaporation* des brumes de *condensation;* mais alors, au lieu de ne connaître que des brouillards, on ne désignerait ces nuages terrestres que sous le nom de *brume*.

Brume et brouillard, voilà l'habituelle confusion. Les marins appellent brume le même nuage appelé brouillard par les habitants du continent et les météorologistes.

Selon nos observations, ces deux désignations, journellement employées, sont loin d'être synonymes. Il existe des *brumes* et des *brouillards*. L'origine de ces deux phénomènes est absolument différente. Il est donc nécessaire d'attribuer à chacun d'eux une dénomination particulière, un vocable distinct qui rappelle à l'esprit les conditions météorologiques de leur formation. Aucun terme nouveau n'est à créer ici, puisque les expressions *brume et brouillard* sont adoptées et consacrées par l'usage.

Définissons tout d'abord le brouillard, d'après l'observation directe.

Lorsque dans une belle et calme soirée, soit d'hiver, soit d'automne, ou même, mais plus rarement, d'été ou de printemps, le refroidissement nocturne s'opère avec quelque intensité, une vapeur légère et blanchâtre se forme tout d'abord dans les vallées, près des cours d'eau, sur les étangs et les bois. Progressivement, cette humide vapeur, ce nuage naissant s'accroît en tous sens et surtout en épaisseur : il s'élève, atteint et dépasse les arbres, monte au flanc des coteaux et finalement les couvre de son voile, d'abord diaphane, bientôt opaque. Rien ne peut se soustraire à cette envahissante étreinte : le nuage vaporeux enveloppe tous les objets répandus à la surface du sol et devient enfin assez épais pour obscurcir le ciel et empêcher la vision des étoiles et de la lune.

Tel est le brouillard.

Tout autre est le mode de formation de la brume; tout autre sa propagation.

Loin d'apparaître le soir ou la nuit, la brume naît le plus souvent en plein jour. Loin de se former toujours dans un air calme, la brume survient, quelle que soit la vitesse du vent, et ne dédaigne pas d'accompagner la tempête. Au lieu de prendre naissance au ras du sol et de s'étendre lentement comme le brouillard par un mouvement ascensionnel, la brume apparaît tout d'abord à une certaine hauteur dans l'atmosphère; elle commence par voiler les rayons du soleil : elle le transforme *en fromage à la crème*, puis l'observateur aperçoit la cime des arbres ou la flèche des clochers environnées de confuses vapeurs, qui, poussées par la bise en volutes serrées, roulent

vers les vallons et tombent jusqu'à terre, après être visiblement descendues des hauteurs du ciel.

La différence d'origine est donc évidente : le brouillard est d'abord superficiel, puis il s'étend par un mouvement ascensionnel. La brume au contraire, se forme dans des régions élevées, au milieu de courants aériens, puis descend jusqu'à terre. Aussi peut-on résumer en une courte définition les caractères distinctifs des deux phénomènes :

*Le brouillard vient d'en bas et la brume d'en haut.*

Ou, *le brouillard s'élève et la brume descend.*

Les conditions atmosphériques sont d'ailleurs tout opposées. Dans le calme du soir, la rosée est la première manifestation de l'humidité aérienne. Avant toute saturation de l'air, avant toute condensation de vapeur, un humide dépôt se produit. Puis, le refroidissement augmentant progressivement, l'air parvient à la saturation, à la sursaturation même. La vapeur d'eau passe alors à l'état humide, se tranforme en vésicules : c'est le brouillard.

Au contraire, quand la brume survient, l'air peut être très sec à la surface du sol. C'est un courant d'air froid, c'est une brise de mer, c'est une saute de vent près d'un centre de dépression qui, survenant inopinément, détermine une baisse de température — d'où condensation de vapeur dans les régions aériennes, d'où formation de brumes.

Ces brumes ne parviennent pas toujours à gagner le sol : la sécheresse des couches d'air superficielles les dissipe, les résorbe. Ce n'est souvent qu'après plusieurs heures de chute continue de particules aqueuses et par suite d'un refroidissement progressif que la surface du sol se trouve recouverte d'un nuage humide qui dépose de nombreuses vésicules sur tous les objets.

On voit donc que, si la saturation de l'air à la surface est nécessaire dans le cas d'un brouillard, si elle en est *la cause* seconde, il en est tout autrement dans la formation de la brume. La saturation n'est alors *qu'un effet* produit par la chute du nuage, tandis que le brouillard naît de la saturation de l'air.

Avec les habitants de la plaine et les météorologistes, nous appellerons donc *brouillard* le nuage aqueux qui se forme au ras du sol dans le calme du soir ou de la nuit et — adoptant l'expression usitée dans le langage maritime — nous désignerons sous le nom de *brume* le nuage aérien qui descend jusqu'à terre, quelle que soit l'heure de la journée et la vitesse du vent.

Mais une autre difficulté se présente.

Nous venons, en effet, d'employer l'expression *brume* pour dési-

gner un nuage humide, alors que ce nom est expressément réservé, par les *Instructions météorologiques* officielles, pour désigner une *vapeur sèche*, si l'on peut parler ainsi. Ce mot de « brume » sert à noter ce défaut de transparence de l'air, cette teinte blanchâtre ou fuligineuse qui s'aperçoit à une certaine distance ou seulement à l'horizon, dans les belles journées ou même avant la pluie, et qui n'est pas incompatible avec la sécheresse de l'air, avec un état hygrométrique très peu élevé.

Ce phénomène est très distinct et du *brouillard* et de la *brume*, tels que nous les avons décrits. Il ne s'agit plus ici de véritables nuages, localisés, limités en tous sens, se dispersant au souffle du vent ou se précipitant avec lui : la brume dont parlent les « Instructions météorologiques » n'a pas de forme définie. C'est une simple coloration de l'air, qui voile uniformément l'atmosphère; qui jamais n'éteint ni les rayons solaires, ni la clarté des étoiles; qui n'est pas plus sombre sur terre que sur mer, sur les vallées que sur les coteaux; qui, en un mot, n'a pas de formes et se confond avec l'infini.

Que l'air soit calme ou que la tempête souffle; qu'il soit sec ou humide; que le temps soit au beau ou à la pluie, l'uniformité de la teinte grisâtre, brumeuse ou fuligineuse ne se modifie point. Ce n'est plus un météore aqueux : c'est un état particulier de l'atmosphère, dont les causes vraies n'ont jamais été expliquées jusqu'à ce jour, mais qui, dans tous les cas, ne doit point être confondu avec la brume, véritable nuage vésiculaire.

Pour désigner un simple défaut de transparence de l'air, l'expression *air brumeux* nous paraîtrait plus juste, car on peut alors apprécier diversement son intensité : air peu brumeux, air très brumeux. Rien, dans ces termes, n'éveille l'idée de nuage. « Air brumeux » évoque seulement la teinte grisâtre caractéristique de la brume ou du brouillard et peut être remplacé dans les observations quotidiennes par l'abréviation : brumeux.

---

# M. DURAND-GRÉVILLE

A Paris

## PRÉVISION, QUELQUES HEURES D'AVANCE, DU PASSAGE D'UN GRAIN DE VENT AVEC ORAGE PROBABLE ET TORNADE POSSIBLE, EN UN LIEU DONNÉ, A UNE HEURE DÉTERMINÉE. [551.55]

*— Séance du 8 août —*

On assure que Le Verrier, s'il s'était avisé de faire des observations avec le télescope ou la lunette astronomique, aurait obtenu des résultats moins précis que le dernier des astronomes de son observatoire. Mais il avait du génie et tout le monde connaît la découverte qui l'a fait placer au rang des plus grands astronomes.

De même il n'a peut-être jamais relevé une hauteur barométrique exacte ; mais, depuis le commandant Maury, personne n'a ouvert un plus vaste champ aux découvertes dans le domaine météorologique. Marié-Davy et M. Fron, en suivant dans ses grandes lignes le plan général qu'il avait établi, organisèrent un système de prévision des tempêtes, des pluies et des orages qui, depuis quarante ans, s'est répandu dans le monde entier.

Par la suite, ce système s'est perfectionné quelque peu dans le détail, en France comme à l'étranger. Mais, malgré les savants travaux d'une foule de météorologistes éminents, malgré les notions beaucoup plus complètes qui en sont résultées, notamment à propos des orages, aucun principe nouveau ne s'est introduit victorieusement dans la prévision du temps à brève échéance.

Pour les tempêtes et les pluies, le principe traditionnel consiste à signaler l'arrivée, par l'Ouest de l'Europe, d'une dépression plus ou moins profonde, à gradient plus ou moins fort, dont le passage sur le continent amènera des pluies, des vents forts ou tempêtueux.

Pour les orages, outre la probabilité plus grande de leur apparition quand la température s'élève sur une vaste région, Marié-Davy et M. Fron avaient remarqué que cette apparition pouvait être annoncée d'une manière moins vague lorsque, sur les côtes de l'Atlantique, les isobares tracées de 5 en 5 mm. présentaient certaines irrégularités qui semblaient déceler l'existence de plusieurs « dépressions secondaires orageuses ».

Les météorologistes allemands, étudiant les cartes d'isobares (tracées aussi de 5 en 5 mm.), observèrent à leur tour, dans ces courbes, des irrégularités en forme d' « anses de basse pression » et crurent remarquer que les orages se formaient « au fond » de ces anses. Ces deux remarques, faites par les savants des deux pays voisins, étaient un mélange d'erreur et de vérité et ne permettaient qu'une prévision énoncée en termes très généraux.

## LE RUBAN DE GRAIN

L'élément nouveau qui établira, tant pour les tempêtes que pour les orages, un mode de prévision beaucoup plus précis, est ce que nous avons appelé le *ruban de grain*.

Ayant raconté ailleurs, à plusieurs reprises, — en essayant de faire équitablement à chacun la part qui lui est due, — l'historique de la découverte progressive du ruban de grain (*), nous ne referons pas aujourd'hui cet exposé. Nous dirons seulement que la part qui nous revient a consisté à réunir en faisceau un grand nombre de découvertes fragmentaires, restées éparses et sans lieu, et à y ajouter un certain nombre de remarques nouvelles; ce qui nous a permis d'attribuer au ruban de grain ses caractères, sa vraie longueur, sa vraie orientation, sa vraie relation avec la situation atmosphérique générale sur le continent, avec les tempêtes et avec les orages.

## LE RUBAN DE GRAIN ET LES TEMPÊTES

Les grands mouvements appelés bourrasques (cyclones par les météorologistes anglais) et dépressions barométriques ne sont pas toujours, comme on l'a cru, caractérisés par des isobares à peu près circulaires et des vents dont la force décroît *régulièrement* à partir des environs du centre jusqu'à la circonférence.

Il y a des dépressions à rubans de grain dont les caractères sont très différents. Pour plus de clarté, nous examinerons ici une dépression dans laquelle se trouve un seul ruban de grain. Ce ruban existe parfois dans la moitié nord, plus souvent dans la partie sud de la dépression dont il fait partie intégrante.

Supposons-le dans la partie sud, celle qui visite ordinairement l'Europe occidentale et centrale.

Ce ruban offre une largeur qui varie de 10 à 80 kilom. Il s'étend

(*) Voir *Les grains et les orages* (Annales du Bureau central météorologique de France, année 1892) et *La loi des grains*, mémoire lu au Congrès international de Paris (1900).

### RUBAN DE GRAIN SIGNALÉ TÉLÉGRAPHIQUEMENT

Si la question d'argent n'existait pas, la prévision pourrait faire un nouveau progrès non moins important.

Supposons que la dépression soit très puissante et que son bord méridional s'étende jusqu'au Nord de l'Espagne, ce qui arrive plus d'une fois. Au moment où le ruban de grain aborde la terre ferme, les observatoires d'Irlande ou du Sud-Ouest de l'Angleterre, ceux de Brest et de la Corogne noteront presque simultanément le passage brusque d'un violent grain de vent, avec rotation brusque (de S.-W. à N.-W.) de la direction du vent et hausse brusque du baromètre. Ils notifieront le fait télégraphiquement au Bureau central en indiquant l'heure exacte du *début* de grain. Les observatoires situés plus à l'Est verront, chacun à leur tour, le vent de grain passer sur eux et le signaleront de même. Au bout de deux ou trois heures, le Bureau central aura ainsi le moyen de tracer sur la carte les différentes positions isochrones de la ligne de grain (ligne de *début* du grain); il connaîtra la forme de cette ligne, qui se déplace parallèlement à elle-même; il en connaîtra enfin la vitesse de translation et pourra, quand le grain sera dangereux par sa violence, en signaler télégraphiquement le passage, *à des heures précises,* sur les endroits situés plus à l'Est.

A condition de n'annoncer que les grains exceptionnels et dangereux — deux ou trois par an — on pourrait réduire à peu de chose les frais occasionnés par ces annonces précises.

### PRÉVISION MOINS PRÉCISE, MAIS SANS FRAIS

Même à la condition de se servir uniquement des télégrammes journaliers, rien n'empêcherait d'établir par millimètre — au lieu de 5 en 5 mm. — les cartes d'isobares journalières. Au lieu de l'approximation dont plusieurs stations centrales se contentent actuellement, on aurait ainsi la vraie « topographie barométrique » de l'atmosphère. On apercevrait alors facilement ce que sont, en réalité, les prétendues « dépressions secondaires » qu'on voit souvent échelonnées dans les cartes depuis les environs du centre d'une dépression jusqu'à la partie méridionale de sa circonférence. Le météorologiste chargé de dresser une carte par millimètre, s'il s'abstenait soigneusement de faire abstraction des données gênantes, de laisser en dehors de l'isobare de 754, par exemple, certains points où la pression est 753 et

même encore moins, apercevrait souvent, au lieu de ces « dépressions secondaires », les énormes déformations d'isobares qui sont de règle dans le voisinage immédiat de la ligne de grain. Sachant qu'il a affaire à un ruban de grain, il rédigerait ses prévisions en conséquence.

Mais une carte par millimètre est longue à établir. Où trouver le temps ?

On le trouverait, par exemple, en renonçant à tracer dans les cartes les lignes d'égale variation de la température ou de la pression qui, sans être inutiles au point de vue scientifique, ne sont pas d'une utilité immédiate pour la prévision du temps.

En se servant uniquement des télégrammes du matin et du soir, et sans frais supplémentaires, on pourrait demander aux observateurs d'ajouter quelques lettres à leurs dépêches, F. G. 5 40 m. par exemple : « Un fort grain est passé sur nous ce matin à 5 h. 40. » On ne signalerait que les grains dont lesquels la vitesse du vent dépasse 16 mètres (n° 9 de l'échelle télégraphique) et peut être dangereuse.

Dans les cas où les dépêches journalières reçues au Bureau central suffiraient à renseigner sur la forme et la vitesse de translation de la ligne de grain, le Bureau central pourrait signaler télégraphiquement aux diverses stations, *à leurs frais*, l'heure approximative du passage de la ligne de grain, c'est-à-dire du début du grain, sur ces stations. Certaines dépressions renferment plusieurs rubans de grain, disposés comme les rayons d'une roue, qui passent à plusieurs heures d'intervalle. On ne signalerait que le grain le plus dangereux par la force du vent.

### AVERSES

#### *Leur relation avec la ligne de grain. Leur prévision*

C'est l'affaire, non du Bureau central, mais du directeur de chaque station locale, d'apprécier s'il est plus ou moins probable qu'une averse (de pluie ou de grêle) se produira dans sa région à une heure déterminée.

Ses éléments d'appréciation sont les suivants :

L'averse coïncidera toujours, à peu de minutes près, avec le moment du passage d'une ligne de grain, qui lui est annoncé télégraphiquement.

Toutes choses égales d'ailleurs, c'est-à-dire avec un vent de grain de vitesse donnée, il n'y aura pas d'averse si le ciel est pur et l'air

sec au-dessus de la station considérée ; il y aura de grandes chances d'averse de pluie (ce qui revient à dire : d'averse de neige fondue) si l'air est chaud, chargé d'humidité et si le ciel est couvert de cumulus ; il y aura de grandes chances d'averses de grêle, si l'air est très chaud, très chargé d'humidité et si le ciel est couvert de cumulus à sommets très élevés.

Inversement, pour un même état de l'atmosphère, l'averse est d'autant plus violente que le vent de grain est plus fort.

### ORAGES

### *Leur théorie. Leur relation avec la ligne de grain Leur prévision*

Il y a orage, d'après la définition courante, toutes les fois que des décharges électriques ont lieu de nuage à nuage ou entre les nuages et la terre.

Cependant, plusieurs savants météorologistes ont remarqué que l'orage coïncide ordinairement avec des changements brusques de pression barométrique, de température, d'humidité, de force et de direction du vent, et avec des averses de pluie et de grêle; ils ont attribué tous ces phénomènes à l'existence de « dépressions secondaires orageuses ». Nous avons prouvé, dans des mémoires antérieurs, et vérifié très souvent depuis lors, que ces phénomènes concomitants à l'orage sont ceux du grain et qu'ils ne sont pas confinés dans des dépressions secondaires, mais répandus irrégulièrement sur toute la longueur du ruban de grain. Nous en avons conclu que l'orage est *un grain orageux*.

Mais cette définition a un défaut, si on la prend au pied de la lettre. Elle pourrait faire croire que l'orage et les phénomènes du grain sont cause l'un de l'autre, tandis qu'en réalité ils dépendent seulement d'une même cause occasionnelle, l'existence d'une nappe d'air froid qui, venant des régions supérieures de la dépression, descend très obliquement dans l'intérieur de cette dépression, au lieu de diverger dans les hauteurs au-delà de ses limites pour aller alimenter une région de haute pression.

Cette nappe, quand elle arrive près du sol, produit tout naturellement les phénomènes de pression et de vent que nous avons signalés ; si, sur sa route, elle rencontre des cumulus dont le sommet est en surfusion, comme cela se passe dans les dépressions sans grains, et surmonté de cirrus inférieurs, elle produit des grêlons qui fondent dans leur chute (averses de pluie) ou qui arrivent jusqu'à terre sans se fondre; si, en même temps, elle est

chargée de cirrus supérieurs, elle devient un semi-conducteur, qui met en communication les régions supérieures, chargées d'électricité positive avec les sommets des grands cumulus qu'on appelle orageux, et les cumulus eux-mêmes déchargent parfois sur les objets terrestres, électrisés négativement, l'électricité positive qu'ils ont reçue des hautes régions (*).

Mais, si le grain et l'orage n'ont d'autre lien de parenté que la cause occasionnelle qui les fait apparaître, il n'en est pas moins vrai que ces deux phénomènes sont *concomitants*. Sous nos latitudes, l'orage a pour condition à peu près absolue l'existence de la nappe d'air descendante qui produit les phénomènes du grain et, en chaque endroit, les premiers éclairs se produisent *au moment* du passage de la ligne de grain.

Et la preuve que le passage de la nappe descendante est une cause purement occasionnelle, c'est que ce passage ne produit rien lorsque, selon l'expression un peu vague, mais juste, de Marié-Davy, l'atmosphère, en un lieu donné, n'est pas « convenablement préparée ».

La préparation *locale* consiste dans l'existence de grands cumulus qui, eux-mêmes, proviennent de forts courants ascendants d'un air très chaud et très chargé d'humidité.

L'orage peut se produire sans cumulus; par exemple, quand des poussières atmosphériques renfermées en suffisante quantité dans la nappe d'air descendante, rendent celle-ci assez conductrice pour que les régions supérieures chargées d'électricité positive soient en contact direct avec la surface de la terre. C'est ce qui est arrivé récemment en Australie.

De même, en Écosse et en Scandinavie, on observe des orages d'hiver, dans le voisinage du centre des dépressions et il est probable que ce sont les masses d'air giratoires ascendantes, chargées de gouttelettes et de cristaux de glace, qui mettent les régions supérieures en communication avec la couche des nuages moyens.

Mais ces deux cas ne semblent pas s'être jamais présentés sous nos latitudes. L'action de la nappe descendante est la cause occasionnelle observée sous les latitudes moyennes.

Ces considérations étaient nécessaires pour expliquer comment il se fait que les cartes d'isochrones d'orages présentent jusqu'ici des irrégularités déroutantes. Dans le sens de la propagation de l'orage, il y a des isochrones qui manquent. Dans le sens de leur longueur,

(*) Voir la théorie de l'orage, exposée par M. Ernest Préaubert, dans une séance du même Congrès.

telle isochrone n'a que quelques dizaines de kilomètres de longueur, ou moins que cela, tandis que l'isochrone suivante s'étendra sur des centaines de kilomètres. De la sorte, pendant que, de l'Ouest à l'Est, la propagation peut se produire assez régulièrement, avec une vitesse souvent inférieure à 30 km. par heure, l'orage *aura l'air* de se propager vers le Nord ou vers le Sud avec une vitesse de 100 et de 200 km. à l'heure, ou même davantage.

Dans d'autres cas, deux « groupes orageux » situés à plusieurs centaines de kilomètres l'un de l'autre, par exemple, l'un au Nord de la France, l'autre au Sud, ont pourtant des isochrones qui indiquent *une même vitesse de translation* de l'Ouest à l'Est. Mais, si on y regardait de plus près, on s'apercevrait que les isochrones qui correspondent à la même heure *se raccordent* facilement en traversant des régions visitées *à la même heure* par un grain non orageux.

En d'autres termes, au lieu de ces isochrones d'orage fragmentaires irrégulières, capricieuses, tracez les isochrones marquant le passage *du début* du grain, c'est-à-dire les positions successives de la ligne de grain, vous verrez les isochrones *de début* de l'orage s'échelonner constamment sur une ligne de grain beaucoup plus longue qu'elles.

Certains météorologistes, en Allemagne, avaient bien remarqué une ligne de tempête — *sturmlinie* — qui n'était pas sans corrélation avec les isochrones d'orage. Mais, comme ils avaient établi des isochrones de maximum d'intensité orageuse et de maximum de force du vent, ils n'ont pas observé la concordance (beaucoup plus exacte) que l'on remarque entre les isochrones de *début* de grain et de *début* d'orage. En outre, ils n'ont pas cherché à voir si les isochrones de tempête se prolongent au Nord et au Sud et existent à l'Est et à l'Ouest des isochrones d'orage.

On voit à présent comment, au moyen d'un nombre suffisant de télégrammes des régions situés près des bords de l'Atlantique, indiquant l'heure du début du grain en chaque station, il serait possible et souvent facile de tracer les positions successives de la ligne de grain, de connaître par conséquent sa forme et sa vitesse de propagation (presque toujours de l'Ouest à l'Est) et d'annoncer télégraphiquement l'heure du passage de la ligne de grain sur toutes les stations moins occidentales.

Ce serait ensuite l'affaire des directeurs de chacune de ces stations de voir si l'atmosphère environnante est très chaude, très humide et chargée de hauts cumulus, auquel cas il y aurait de grandes chances d'orage *à l'heure exacte* du passage de la ligne de grain.

Si la question des dépenses interdisait l'usage du télégraphe, on ne pourrait plus annoncer d'une façon aussi précise le passage de la ligne de grain, mais les cartes d'isobares par millimètre diraient, du moins, si une ligne de grain existe sur l'Atlantique ou même sur l'Ouest du continent et permettraient d'affirmer plus nettement la probabilité du passage d'un grain orageux — plus ou moins fort selon les cas.

### TORNADES

Notre mémoire sur *les grains et les tornades* (*) et nos études subséquentes, non encore publiées, sur la tornade de Paris (10 septembre 1896), nous permettent d'affirmer que les tornades se produisent *toujours* exactement sur la ligne de grain. Il est évident qu'en employant le procédé télégraphique dont nous avons parlé à propos des tempêtes, des averses de pluie ou de grêle et des orages, on pourrait annoncer télégraphiquement que, *si* une tornade doit se produire en tel lieu dans le courant de la journée, ce sera *à telle heure* et non à une autre, et que cette heure sera exactement, à quelques minutes près, celle du passage de la ligne de grain.

Il est vrai que certains rubans de grain sont formés de deux ou trois rubans accolés, plus petits, chacun de ceux-ci ayant sa rotation spéciale de la direction du vent, son maximum spécial de force du vent, de pression barométrique, etc. La tornade pourrait donc *avoir l'air* de se produire dans l'intérieur du ruban de grain au lieu d'apparaître sur son bord oriental. Mais les précautions à prendre en vue de l'apparition de la tornade resteraient les mêmes. Il suffirait de prolonger ces précautions jusqu'à ce que l'ensemble de ce ruban de grain complexe fût passé et que le vent fût redevenu suffisamment normal en force et en direction, le ciel suffisamment clair.

L'annonce de la *possibilité* d'une tornade est, d'ailleurs, inutile en Europe, vu la rareté et la faible intensité relative du phénomène dans nos régions. Elle n'aurait une utilité réelle qu'en Amérique, dans les plaines dont l'immensité est *favorable à la production des tornades*.

(*) Mémoires des *Annales du Bureau central météorologique de France*, année 1894.

M. le Dr A. GOCKEL

Professeur à l'Université de Fribourg (Suisse)

## SUR LA VARIATION DIURNE DE LA DÉPERDITION DE L'ÉLECTRICITÉ DANS L'ATMOSPHÈRE [537.41]

— *Séance du 8 août* —

L'essai, décrit ci-dessous, de déterminer la variation diurne de la déperdition de l'électricité dans l'atmosphère est fondé sur plus de cinq cents observations que j'ai faites à Fribourg (Suisse), ainsi qu'au mois d'août dans les oasis de Biskra et de Tougourt, en septembre de la même année sur la côte tunisienne, en mars 1902 dans la vallée de Zermatt, en septembre de cette année sur le Rothhorn (Alpes bernoises, altitude 2.300 mètres).

A chaque observation j'ai mesuré la déperdition d'une charge négative et celle d'une charge positive. En même temps j'ai déterminé l'intensité du champ électrique du globe, celle du rayonnement du soleil, de même la température, la pression atmosphérique, l'humidité absolue et relative. Pour fixer la variation diurne de la déperdition de l'électricité, je n'ai pris en considération que les observations effectuées les jours de beau temps, je n'ai pourtant pas exclu une série d'observations faites en hiver pendant qu'un brouillard léger couvrait le sol. Comme ces brouillards se présentent régulièrement en hiver à Fribourg dans la matinée, l'image de la variation diurne se troublerait si on n'en tenait pas compte. Les mesures de la déperdition ont été faites avec l'instrument imaginé par MM. Elster et Geitel. Le corps dispersant était entouré d'un cylindre abri en toile métallique à mailles de deux centimètres ; rarement on a travaillé sans se servir de ce cylindre. La déperdition de l'électricité est en moyenne 1,5 fois plus grande, quand on ôte le cylindre abri. A Fribourg, l'appareil était installé sur le balcon d'une maison située hors de la ville. Pour les observations faites à d'autres endroits, je renvoie à un travail antérieur (*).

(*) *Luftelectrische Untersuchungen,* Fribourg (Suisse), 1902.

Les observations faites à Fribourg conduisent aux conclusions suivantes :

1) La variation de la déperdition électrique ne change pas essentiellement au cours de l'année. La déperdition est plus faible dans la saison froide, mais l'allure de la courbe reste stationnaire.

2) La variation de la déperdition présente une oscillation double avec deux minima avant le lever et le coucher du soleil et deux maxima à 4 heures du soir et à 10 heures du soir. *(Voir la figure 1.)*

3) On remarque une faible dépression de la courbe entre midi et 3 heures du soir correspondant à la diminution de la limpidité de l'atmosphère.

4) Le minimum du soir est très accentué pour la déperdition positive ; c'est pourquoi, si les quantités $a_-$ et $a_+$ expriment en valeur absolue la perte pour cent, en une minute, de la charge originelle négative resp. positive, le rapport $q = \frac{a_-}{a_+}$ atteint son maximum à l'heure du coucher du soleil. En général, dans la plaine, le rapport $q$ ne dépasse pas beaucoup l'unité, mais, comme je le démontrerai, sa variation diurne présente une oscillation double avec deux maxima vers 8 heures du matin et après le coucher du soleil, et deux minima à 4 heures du matin et 5 heures du soir. Il ne faut pas oublier que les courbes représentées à la figure 1 donnent chaque fois la moyenne de 6 mois. L'image véritable se trouble par là que les moments où les points topiques sont atteints se déplacent dans le cours d'une période de six mois.

Pour déterminer la loi générale de la variation diurne, il faut poser la question suivante : Est-ce que l'allure générale de nos courbes reste partout la même, ou est-ce qu'il existe des divergences caractéristiques pour certaines localités? Par rapport à la chute de potentiel, M. Chauveau a démontré que des divergences locales s'accentuent dans le voisinage du sol et que la loi véritable de la variation diurne est représentée par les chiffres obtenus dans les hauteurs. Voilà pourquoi il est d'un très grand intérêt d'examiner si la courbe reste la même pour les endroits situés plus haut. Malheureusement mon séjour sur le Rothhorn n'était pas favorisé par le beau temps et ce ne sont que les observations d'un seul jour qu'on peut utiliser pour notre but. Mais on peut ajouter les mesures faites par M. Le Cadet au sommet du Mont-Blanc, qui pourtant ne s'étendent qu'aux heures de 9 heures du matin à 4 heures du soir. La comparaison de ces observations *(voir les courbes, fig. 1)* conduit au résultat que, tandis que le maximum du soir s'accuse rigoureusement à ces alti-

tudes, le maximum du matin est moins accentué sur le Mont-Blanc. Dans la vallée de Zermatt, le maximum du matin disparaît entièrement et, ce que je veux ajouter, aussi le maximum de la pression atmosphérique observé ailleurs vers 9 heures du matin. Cela est peut-être en rapport avec le fait que les rayons du soleil n'atteignent le fond de la vallée qu'après 9 heures.

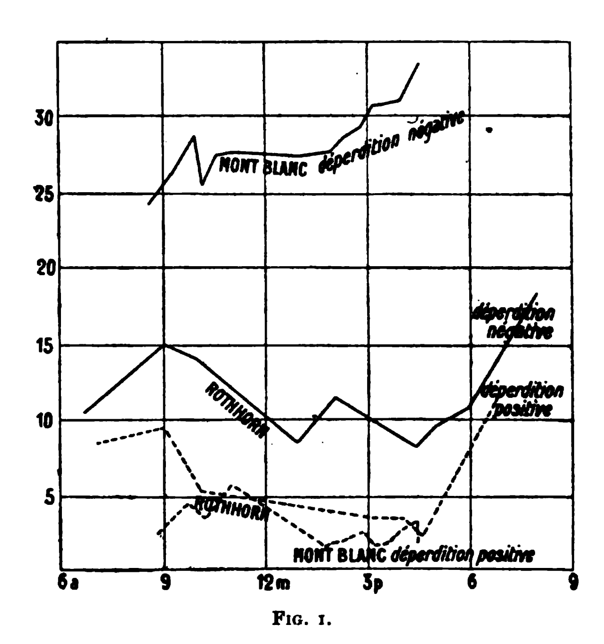



Fig. 1.

Dans les oasis de Biskra et de Tougourt, le maximum du matin était moins prononcé et ne s'étendait qu'à la déperdition de l'électricité négative. Par contre, le minimum du soir de la déperdition de charges positives était très accusé. La quantité $a_+$ tombait à cette heure à une valeur de 1 o/o et au-dessous, tandis qu'elle s'élevait en moyenne à environ 7 o/o (*). A part ces deux moments, le coefficient de déperdition restait stationnaire pendant tout le jour.

A Hammam-el-Lif, sur la côte tunisienne, je n'ai pu constater de même aucune variation diurne de la déperdition électrique. Comme pour le moment nous ne disposons pas d'autres observations des bords de la mer, je n'insisterai pas sur celles que j'y ai faites.

A Innsbruck, M. Czermak (**) a effectué des observations qui ont montré que la variation diurne y présente un minimum très accentué

(*) On a travaillé sans se servir du cylindre abri.
(**) P. Czermak. *Physik. Zeitschr.* n° 271, 1903.

entre 11 heures et midi et un maximum entre 4 heures et 5 heures du soir. A mesure que la saison avance vers l'hiver, ce dernier maximum se rapproche davantage du Midi et disparaît, quand il gèle et quand le col se couvre de neige. On voit bien l'accord entre cette variation et les courbes dressées par moi (*fig. 2*). On peut donc

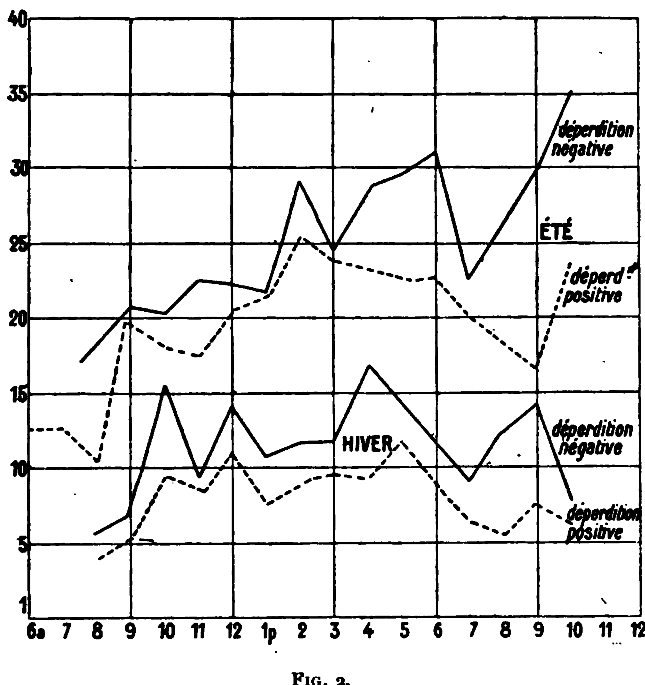



FIG. 2.

formuler la loi générale de la variation de la déperdition électrique de la manière suivante :

La variation diurne présente partout un maximum vers 4 heures du soir, suivi par un minimum très bas à l'heure du coucher du soleil et un deuxième maximum vers 10 heures du soir. Un deuxième minimum, moins accentué, se produit au point du jour. Un maximum secondaire a été constaté à quelques endroits, vers 11 heures du matin.

Je passe à la discussion de la variation diurne du rapport $q$, dont le cours est semblable à celui de la déperdition elle-même. Il y a une oscillation double avec un maximum très accentué au coucher du soleil et un autre moins prononcé vers 8 heures du matin. Le minimum le plus accentué a lieu à 4 heures du matin, un autre moins intense dans l'après-midi. L'allure de la variation diurne de $q$ ne

semble pas être modifié ni par la saison ni par la localité, seulement les valeurs absolues sont plus grandes en hiver qu'en été *(voir fig. 3)*.

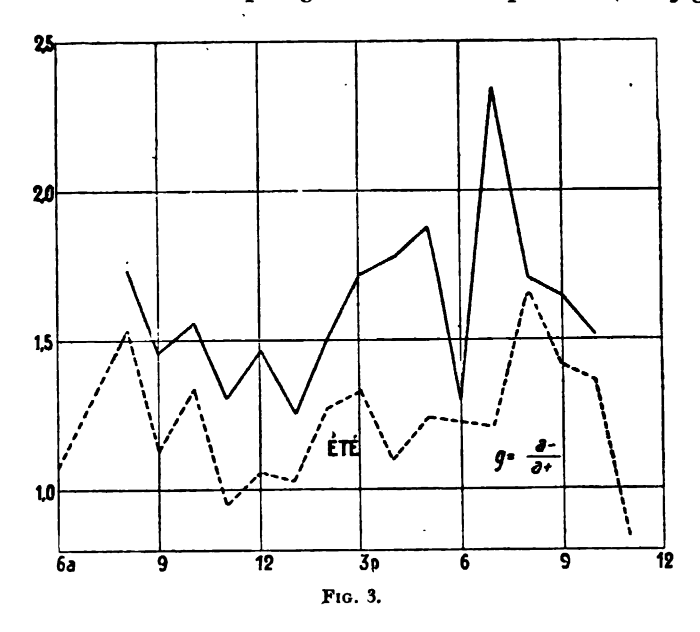



Fig. 3.

Je fais suivre les chiffres obtenus d'une part par M. Le Cadet (*) sur le Mont-Blanc, d'autre part par moi sur le Rothhorn.

| | | Mont-Blanc | Rothhorn |
|---|---|---|---|
| 7 h. *a* | | | 1,31 |
| 8 | 45 | 8,41 | |
| 9 | | | 1,68 |
| 9 | 15 | 7,18 | |
| 10 | | 6,83 | 2,81 |
| 11 | | 4,77 | |
| 1 | *p* | 9,93 | 2,02 |
| 1 | 45 | 16,65 | |
| 2 | 45 | 14,11 | |
| 3 | | 11,24 | 3,38 |
| 3 | 7 | 16,08 | |
| 3 | 35 | 15,14 | |
| 4 | | 10,74 | |
| 5 | | 10,45 | 2,41 |
| 6 | *p* | | 4,93 |
| 8 | | | 1,02 |

(*) Le Cadet. *Compt. rend.*, pp. 135, 886, 1903.

Le maximum du soir se produit au Mont-Blanc déjà de bonne heure. La dépression du Midi a été constatée aux deux montagnes. Une courbe parfaitement semblable a été obtenue par M. Ébert (*) sur le plateau de Munich. La dépression du Midi s'y présente entre 11 heures et midi. Cette dépression, de même que le minimum du soir, étaient très accentués à Zermatt. Le rapport $q$ y tombait aussi aux journées très belles à 0,5, tandis que le maximum était de 2,5.

Une comparaison des courbes représentatives de la déperdition positive et négative (*fig. 1*) montre que l'augmentation du rapport $q$ est due au premier ordre à la diminution de la déperdition positive. La variation de la quantité $q$ est en rapport évident avec la variation de la pression atmosphérique et la variation du champ électrique terrestre. La pression atmosphérique, la chute de potentiel et le rapport $q$ accusent des minima à 4 heures du matin et à 4 heures du soir, des maxima vers 10 h. du matin et 10 heures du soir. Le maximum du rapport $q$ et de la chute de potentiel, qui se produit brusquement au coucher du soleil et dont je parlerai plus loin, n'est pas influencé par la variation générale de la pression atmosphérique. On sait, par les belles recherches de M. Hann, qu'on peut décomposer la variation de la pression atmosphérique en une onde diurne et en une onde semi-diurne, dont tantôt l'une, tantôt l'autre, est plus prononcée selon les lieux ; de même on peut distinguer deux types de la variation du champ électrique terrestre :

*a*) Une double oscillation diurne, avec deux maxima très accentués vers 8 heures du matin et 8 heures du soir, séparés par deux minima, l'un au milieu du jour, l'autre pendant la nuit ; les heures de maxima ne sont pas les mêmes en tous lieux et en toutes saisons. mais elles ne s'écartent pas beaucoup de celles que nous venons d'indiquer ;

*b*) Une oscillation simple avec un minimum très prononcé dans les premières heures de la matinée, vers 5 heures, et un maximum peu net, s'étendant sur presque toutes les heures du jour.

En beaucoup d'endroits, où le maximum du matin de la pression atmosphérique est supprimé, le minimum de la chute de potentiel n'a pas lieu non plus à ce temps. Surtout dans les hauteurs, la variation du champ électrique, ainsi que celle du rapport $q$, accuse une oscillation simple avec un minimum vers 4 heures du matin et un maximum entre 3 heures et 5 heures du soir. Le minimum du matin, qui coïncide avec le minimum de la pression atmosphérique, a été constaté en tous lieux en même temps ; c'est pourquoi

(*) Ébert. *Phys. Zeitschr.*, IV, p. 93, 1902.

M. Chauveau (*) et M. Exner (**) tirent de leurs recherches la conclusion que : la loi générale de la variation diurne du champ électrique terrestre, en dehors de toute influence perturbatrice, se traduit, dans son ensemble, par une oscillation simple avec un maximum encore mal déterminé pendant le jour et un minimum remarquablement constant vers 4 heures du matin.

L'affaiblissement de la chute de potentiel, qui se produit au milieu du jour et qui est en relation évidente avec la dépression du rapport $q$ accusé au même temps, doit donc être considéré comme une altération du champ normal, exercée seulement par le voisinage du sol. Le fait que cette altération semble être influencée par l'onde semi-diurne de la pression atmosphérique oblige de poser la question s'il existe un rapport entre les tourbillons atmosphériques et l'intensité du champ électrique terrestre. Une telle relation est, en tous cas, moins accentuée que l'influence de la variation diurne de la pression atmosphérique.

La seule chose qu'on peut affirmer avec certitude, c'est qu'une prépondérance de la déperdition de charges positives en cas de beau temps coïncide presque toujours avec une baisse du baromètre. La diminution de la valeur $q$, observée dans ce cas, ne provient pas d'une diminution de la quantité $a_{-}$, mais d'une augmentation de la la quantité $a_{+}$. Le fait, que l'influence des tourbillons atmosphériques sur la déperdition électrique est moins prononcée que celle de la variation diurne conduit à la conclusion que ce sont surtout les mouvements des masses contenues dans les couches inférieures de l'atmosphère qui influencent la conductibilité apparente de l'air. Ce résultat s'accorde avec la loi établie par M. Chauveau et par M. Exner, que l'action perturbatrice qu'exerce le voisinage du sol sur la valeur du champ électrique est restreinte aux couches inférieures de l'atmosphère.

L'inspection des courbes représentées par les figures 1 et 2 montre que : 1° la déperdition de charges négatives et de charges positives est plus grande en été qu'en hiver; 2° la valeur $q$ est plus petite en été qu'en hiver, c'est-à-dire que la déperdition de charges positives augmente davantage en été que celle de charges négatives, ce qui revient à ce que la prépondérance de masses (ions?) négatives dans les couches inférieures est plus grande dans la saison chaude que dans la froide. Ce résultat s'accorde également avec le fait

(*) A.-B. Chauveau, *Étude de la variation diurne de l'électricité atmosphérique*, II^e mémoire, p. 110.

(**) F. Exner, *Wiener Sitzungsberichte* 110, II a, p. 380, 1901.

constaté par M. Chauveau, que le développement des masses négatives, qui exercent une influence perturbatrice sur la valeur du champ électrique, semble en rapport avec l'élévation de la température. En adoptant la théorie de l'ionisation de l'atmosphère, on peut aussi dire, dans la saison chaude et aux heures chaudes du jour, que la mobilité des ions négatifs est moins affaiblie qu'aux autres temps. Quelles sont ces masses perturbatrices dont je viens de parler? Ce ne peut être la poussière emportée par des courants ascendants au milieu du jour, car celle-ci diminuerait la vitesse de la déperdition de l'électricité, tandis que le coefficient de déperdition croît depuis le matin jusqu'à 4 heures du soir; or, et j'insiste sur ce fait, la quantité $a_+$ augmente plus rapidement que le coefficient $a_-$, ce qui cause un minimum du rapport $q$ et par là aussi celui de la chute de potentiel. Le fait que les maxima et les minima de la pression de vapeur coïncident avec les points topiques de la courbe représentative de la valeur $q$ nous donne une indication pour la solution de la question. En particulier, j'ai constaté en plusieurs endroits, où j'ai effectué des observations, que le minimum de l'humidité qui s'accuse dans l'après-midi coïncide exactement avec le minimum du rapport $q$.

On peut conclure d'une série d'expériences que la vitesse de la déperdition de charges positives est diminuée, tout au moins par des hauts degrés d'humidité. A l'inverse, la quantité $a_+$ augmentera au temps du minimum d'humidité, et par là le rapport $q$ s'amoindrira. De 9 heures du matin à 4 heures du soir, l'humidité diminue dans le voisinage du sol; voilà pourquoi la déperdition, spécialement celle de charges positives, augmente. A la même heure, où dans la saison chaude l'humidité accuse un minimum dans le voisinage du sol, elle présente un maximum à l'altitude de 300 mètres; c'est pourquoi le rapport $q$ et l'intensité du champ électrique atteignent un maximum à cette heure à la tour Eiffel. Il serait d'un très grand intérêt de vérifier cette conclusion par des mesures directes de la déperdition de l'électricité.

Comme on peut ramener le minimum du soir de la valeur $q$ au minimum simultané de l'humidité, on peut expliquer le maximum du matin du rapport $q$ par le maximum simultané de la pression de vapeur. Ce maximum de la valeur $q$ et de la chute de potentiel ne se produit ni à Zermatt, ni dans le désert. Aux mêmes endroits, la courbe représentative de la pression de vapeur d'eau n'accuse pas de maximum.

Il faut ajouter encore un mot sur les maxima de la chute de

potentiel qui se produisent brusquement au lever et au coucher du soleil, appelés sauts maxima (sprung maxima) par M. Exner. Ces maxima sont causés par une augmentation forte du rapport $q$, qui de sa part est due à une diminution très prononcée de la déperdition de charges positives.

Pendant que je procédais à des mesures à Fribourg, sur le balcon de la maison, j'observais que l'élévation de la chute de potentiel se produisait au moment où une brume légère se formait à fleur de sol, tandis que l'hygromètre, placé à 7 mètres au-dessus du sol, indiquait une humidité relative de 50 o/o. En même temps, la déperdition de charges positives diminuait de la valeur 2,56 à 1,46. Il paraît donc qu'une légère brume suffit pour paralyser la mobilité des ions, même dans une couche de 5 à 7 mètres au dessus du sol. De même, j'ai observé à différentes reprises dans la montagne que, aussi au milieu du jour, la valeur $q$ augmentait dans les hauteurs, quand les vallées étaient remplies de brouillards.

L'observation mentionnée me paraît très instructive, car elle montre que les sprung maxima sont déterminés par des procès qui ont lieu dans le voisinage immédiat du sol. Au moment où les rayons du soleil n'atteignent plus le sol, l'air cesse de monter à ras de sol, et il s'accumule de la vapeur d'eau. Cet état de choses se maintient jusqu'à ce qu'un équilibre soit rétabli entre la quantité de vapeur enlevée par diffusion et celle amenée par l'évaporation qui se produit à la surface du sol. A partir de ce moment, le champ électrique terrestre reprendra sa valeur normale. A Zermatt, une couche de brume stationnait au voisinage du sol pendant toute la nuit; c'est pourquoi, le saut maximum étant passé, le rapport $q$, ainsi que la chute de potentiel, ne retournaient plus à la valeur qu'ils avaient avant le coucher du soleil.

A Tougourt, l'air qui descendait à l'heure du coucher du soleil ramenait la poussière qui avait été enlevée vers le haut par la journée et empêchait en même temps la fumée des feux allumés dans la soirée de monter ; c'est pourquoi la déperdition de l'électricité, particulièrement de charges positives, diminuait très fortement; un soir, la valeur $a_+$ baissait à 0,20 o/o, $a_-$ 0,82 o/o (7 o/o pendant la journée). M. Mache, ainsi, a observé le même phénomène à Delhi.

Il me semble douteux, si le maximum du matin de la valeur $q$ s'explique par le détournement des ions négatifs par la rosée, car ce maximum ne se présente aussi, en été, qu'entre 7 heures et

8 heures, c'est-à-dire à un moment où la rosée, depuis longtemps, a commencé à disparaître.

Si j'attribue les variations régulières de la déperdition de l'électricité en premier lieu aux mouvements de la vapeur et de la poussière qui se trouvent dans les couches inférieures de l'atmosphère, je ne veux pas nier, par là, que les masses qui existent dans les couches supérieures peuvent exercer aussi, parfois, une influence. Ainsi, sous le régime du Foehn et de la Bora, la déperdition de charges négatives augmente. L'air qui provient des régions supérieures de l'atmosphère paraît donc être plus riche en ions, surtout positifs.

Plusieurs des questions traitées ici demandent des explications ultérieures. Comme les mesures faites par M. Chauveau au bureau central et à la tour Eiffel ont élargi nos connaissances sur la variation de la chute de potentiel, ainsi des observations faites simultanément à différentes altitudes, avec l'appareil de MM. Elster et Geitel ou avec l'appareil de M. Ébert, donneront sans doute des lumières nouvelles sur le problème ardu de l'électricité atmosphérique.

---

## M. PRÉAUBERT

Professeur au Lycée d'Angers

### SUR L'ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE EN TEMPS D'ORAGE [537.41]

*— Séance du 8 août —*

M. Préaubert rappelle des recherches déjà anciennes sur l'électricité atmosphérique en temps d'orage.

Parmi les procédés d'exploration essayés par l'auteur, le plus intéressant consiste dans le dispositif suivant : Un faisceau de fils métalliques très effilés est monté sur un isoloir à la paraffine. Cet isoloir est hissé au sommet d'un mât; le faisceau de fils est relié par un conducteur à un tube de Geissler de faible résistance, dont l'autre réophore est en communication avec la terre.

Dans ces conditions, le tube se maintient illuminé pendant presque

toute la durée de l'orage et l'on peut reconnaître le sens du courant par l'inégalité d'aspect des deux pôles du tube.

On constate alors les faits suivants :

1° En règle générale, un courant *positif* s'écoule *de l'atmosphère vers la terre ;* les inversions sont peu fréquentes et de courte durée.

2° A *l'instant même* où un *éclair éclate*, *le tube s'éteint ;* il faut ensuite un certain temps pour qu'il se rallume et reprenne peu à peu son premier éclat.

M. Préaubert donne de ces faits l'interprétation suivante :

Conformément à la théorie de M. Durand-Gréville, l'orage, ainsi que toutes les autres manifestations de la ligne de grain, est dû à un coup de vent oblique, descendant des hautes régions de l'atmosphère. Ce coup de vent entraîne mécaniquement l'électricité *positive* de ces hautes régions et en charge les cirrus à un potentiel extrêmement élevé (observations avant le commencement de l'orage, alors que les cirrus passent encore seuls au zénith).

La charge positive des cirrus agit par induction statique sur les nuages inférieurs, qui vont présenter une charge négative par en haut et une charge positive par en bas. Mais l'électricité positive de leur face inférieure *fuit la terre* par voie de *décharge obscure.*

Ce courant positif est recueilli par tous les points du sol formant saillie, feuilles d'arbres, parties saillantes des toitures, etc. ; il suffit souvent de lever les mains en l'air pour être parcouru par ledit courant.

Mais bientôt le nuage inférieur ne sera plus chargé que négativement, et une étincelle éclatera entre les cirrus *positifs* et lui. Dans ces conditions, la colonne atmosphérique qui entoure verticalement l'observateur se trouve ramenée sensiblement au potentiel *zéro ;* il n'y a plus de manifestation électrique et le *tube de Geissler s'éteint.*

Mais bientôt un nouvel afflux d'électricité positive s'opère dans la région des cirrus et tout recommence.

Cette interprétation explique pourquoi, dans la majorité des cas, l'éclair éclate entre les deux sortes de nuages et n'atteint pas le sol ; ce dernier cas n'a lieu que lorsqu'il y a un grand excès d'électricité positive (orages violents).

Les diverses particularités de l'orage s'expliquent facilement à l'aide de cette théorie.

En résumé, au point de vue électrique, l'orage apparaît comme un *écoulement d'électricité positive* des hautes régions de l'atmosphère vers la terre, chargée négativement ; cet écoulement s'opère en

partie par voie obscure, en partie par voie disruptive. C'est une sorte de court circuit momentané entre les deux pôles de la machine électrique aérotellurique.

A remarquer que cette interprétation ne préjuge en aucune façon de la cause première de la différence de charges et de signes électriques des hautes régions de l'atmosphère et de la terre.

---

## M. E. MARCHAND

Directeur de l'Observatoire du Pic-du-Midi

### NOUVELLES ÉTUDES SUR LES ALTITUDES, VITESSES ET STRUCTURES DES NUAGES INFÉRIEURS ET SUPÉRIEURS FAITES A L'OBSERVATOIRE DU PIC DU MIDI

— *Séance du 10 août* —

J'ai présenté sommairement en 1901, au Congrès d'AJACCIO, quelques résultats des observations d'altitudes et épaisseurs de nuages inférieurs (strato-cumulus situés au dessous de 3.000 mètres) faites au *Pic-du-Midi* (2860 mètres) et à *Bagnères* (550 mètres) par la méthode des repères pris dans le relief montagneux voisin de ces deux stations (*).

J'ai indiqué l'année dernière, au Congrès de Montauban, la méthode que nous employons, dans les mêmes stations, pour déterminer les altitudes et les vitesses de nuages supérieurs. Je complète aujourd'hui ces communications en résumant les résultats obtenus depuis deux ans sur la structure des nuages inférieurs (enveloppant le Pic-du-Midi) et les altitudes et vitesses des nuages supérieurs.

#### FRÉQUENCE RELATIVE DES DIVERS ÉLÉMENTS AQUEUX OU GLACÉS DANS LES STRATO-CUMULUS

L'observation de ces éléments a été faite fréquemment, au Pic-du-Midi, depuis 1893; mais, pour arriver à une statistique précise, j'ai organisé, depuis 1901, un service régulier de ce genre d'études; pendant les deux années 1901 et 1902, ce service a fourni plus de 700 observations réparties en 270 jours.

On a constaté ainsi que les brouillards (c'est-à-dire les strato-

(*) *Congrès d'Ajaccio*, 1901. — Comptes rendus, p. 342 et suivantes.

cumulus, cumulus, nimbus, etc.), enveloppant le Pic du Midi, sont composés :

| | | |
|---|---|---|
| De gouttelettes d'eau : | 39 fois sur 100 observations | à l'altitude |
| D'éléments glacés : | 61 — — | de 2.860 mètres |

Ainsi que je l'ai remarqué précédemment, ces brouillards sont surtout composés d'une multitude de très petits éléments (gouttelettes et grains) dont le diamètre est inférieur à $0^{mm}05$, mélangés à une quantité plus ou moins grande d'éléments plus gros.

En ce qui concerne le brouillard aqueux (formé de gouttelettes liquides), on a trouvé :

| | |
|---|---|
| Gouttelettes d'eau microscopiques (ne mouillant presque pas les objets) sans mélange avec des éléments plus gros. . . | 4 fois sur 100 observations. |
| Gouttelettes microscopiques mélangées avec d'autres plus grosses (mouillant plus ou moins . . . . . . . . . . . . . . . . | 24 — — |
| Gouttelettes de dimensions variables à l'état de *surfusion* (donnant du givre ou du verglas) . . . . . . . . . . . . . . . | 11 — — |
| TOTAL. . . . . | 39 fois sur 100 observations. |

En ce qui concerne le brouillard glacé (formé de petits grains de glace, plus ou moins mélangés d'autres éléments glacés), on a trouvé :

| | |
|---|---|
| Petits grains de glace microscopiques, (presque toujours mélangés de grains plus gros) sans forme cristalline nettement visible. . . . . . . . . . . . . . . . . . | 38 fois sur 100 observations. |
| Petits grains microscopiques mélangés d'aiguilles de glace de grosseur variable. | 2 — — |
| Petits grains microscopiques mélangés de petits cristaux . . . . . . . . . . . . . | 2 — — |
| Petits grains microscopiques mélangés de paillettes ou lamelles . . . . . . . . . | 7 — — |
| Petits grains microscopiques mélangés de petits cristaux étoilés. . . . . . . . . | 12 — — |
| TOTAL. . . . . | 61 fois sur 100 observations. |

Cette statistique montre que les gouttelettes, à l'état de *surfusion*, sont probablement moins fréquentes, dans les nuages, que les météorologistes ne l'admettent généralement.

On doit remarquer que les 11 cas (sur 100) où l'on observe, au Pic-du-Midi, des gouttelettes en surfusion, comprennent 3 cas où ces gouttelettes sont mélangées de petits grains ou de petits cristaux de glace. Mais, en considérant même la totalité de ces 11 cas, on voit qu'ils ne représentent que 1/5 à 1/6 du nombre des observations d'éléments glacés.

J'ajoute qu'au Pic-du-Midi les gouttelettes en surfusion ne paraissent guère exister au-dessous de la température de — 4° ou — 5°; le plus souvent, elles se transforment en grains de glace lorsque le thermomètre descend à — 4°, et il n'est pas rare qu'on observe cette transformation dans le cours d'une même journée.

Exemples : Le 16 juin 1901, brouillard de gouttelettes à — 0°7, — 2°0, puis grains de glace à — 3°4; le 28 mars 1902, gouttelettes à — 2°8, et, plus tard, grains de glace à — 4°7; le 8 juin, brouillard aqueux à — 1°9, puis cristaux de glace mélangés de gouttelettes à — 3°7; le 9 juin, gouttelettes à — 1°3, paillettes de glace à — 3°6; le 14, surfusion à — 1°2, puis grains de glace à — 3°3; le 28 mars 1902, gouttelettes en surfusion à — 4°7; c'est la plus basse température à laquelle on ait observé ce phénomène pendant les deux années 1901 et 1902.

Quant à la pluie en surfusion, produisant du verglas, nous l'avons notée 9 fois, pendant ces mêmes années, par des températures variant de — 2° à — 4°.

Ces diverses observations seront d'ailleurs continuées régulièrement au Pic-du-Midi, et je pourrai rectifier plus tard, s'il y a lieu, les résultats de la statistique précédente, résultats que je donne seulement comme des approximations provisoires.

### ALTITUDES ET VITESSES DES NUAGES SUPÉRIEURS

Pour les couches de nuages cumulo-stratus, cirro-cumulo-stratus, cirro-stratus, dont la surface inférieure est au-dessus du Pic-du-Midi, on peut encore employer la méthode des repères lorsque leur surface inférieure ne dépasse pas 3.400 mètres (les sommets de la chaîne visibles du Pic-du-Midi s'échelonnant entre 2.800 et 3.400 mètres).

Pour les nuages plus élevés que 3.400 mètres, on détermine l'altitude par la combinaison des deux vitesses angulaires différentes obtenues au même instant à Bagnères et au Pic-du-Midi.

Je me borne ici à indiquer le principe de cette méthode qui sera décrite dans une notice ultérieure avec tous les détails nécessaires.

Les deux stations de Bagnères et du Pic sont munies de deux appareils à miroirs (analogues au néphoscope suèdois) tout à fait identiques, et les observateurs (se concertant par le téléphone) commencent par s'assurer qu'ils peuvent observer la même couche de nuages. (Le mot couche indique simplement pour nous une *série* de nuages de même espèce, continue ou discontinue.) Ils ont soin, ensuite, de déterminer la vitesse angulaire dans plusieurs azimuths différents, c'est-à-dire dans plusieurs directions autour du zénith; ils s'assurent ainsi, par la concordance des nombres obtenus, que leur appareil est bien réglé et que la couche de nuages est sensiblement horizontale, dans les limites de l'approximation que peuvent donner les appareils. — Cette dernière condition est essentielle à l'application de la méthode qui consiste, en résumé, à se servir de la variation de la vitesse angulaire entre les deux extrémités d'une base verticale de 2.320 mètres, pour calculer l'altitude des nuages observés.

L'approximation obtenue avec les appareils que nous employons varie de 1/50 à 1/100 de la hauteur à déterminer.

Quand cette hauteur est connue, les vitesses angulaires observées donnent la vitesse linéaire de la couche.

On voit assez que cette méthode ne s'applique pas aux nuages isolés, mais, en fait, les nuages isolés sont exceptionnels, et les nuages, plus ou moins séparés, mais formant une couche plus ou moins discontinue, sont les plus fréquents. Aussi pouvons-nous utiliser très souvent nos appareils à miroirs pour ces déterminations; nous avons, d'ailleurs, calculé des tables qui nous permettent d'obtenir l'altitude et la vitesse cherchées, en 2 ou 3 minutes, de sorte que la durée d'une détermination complète (observations et calculs) ne dépasse jamais un quart d'heure.

Je donne maintenant les résultats obtenus depuis la fin de l'année 1900 (28 mois) sur les altitudes et vitesses des strato-cumulus supérieurs, des cumulo-stratus (alto-cumulus), des cirro-cumulus, et des ciro-stratus.

1° *Strato-cumulus, nimbus, cumulo-nimbus supérieurs.* — Ces nuages ont à peu près le même aspect, les mêmes formes générales que ceux des deux couches inférieures étudiées dans ma communication d'Ajaccio, mais ils sont situées en moyenne à un millier de mètres plus haut, leur surface inférieure étant comprise entre 2.400 et 3.600 mètres.

En cherchant la fréquence de la surface inférieure de ces nuages à des

altitudes équidistantes de 100 mètres, entre 2.400 et 3.600 mètres, on trouve que cette fréquence présente un maximum net de 2.800 à 2.900 mètres; ce nombre représente aussi, sensiblement, la moyenne des altitudes observées pour ces nuages.

Enfin, leur vitesse moyenne a été trouvée de 20 mètres par seconde pour l'ensemble de l'année moyenne et de 24 mètres en hiver, 14 mètres au printemps, 17 mètres en été et 20 mètres en automne (*).

2° *Cumulo-stratus* (ou alto-cumulus). — Le même procédé de recherche de la fréquence relative de leur surface inférieure à des altitudes équidistantes de 100 mètres, indique, pour ces nuages, un maximum entre 4.200 et 4.400 mètres; et leur altitude moyenne, déduite des mesures faites par la méthode des vitesses simultanées (mesures d'ailleurs peu nombreuses jusqu'ici), est de 4.390 mètres, avec une vitesse moyenne de 32 mètres.

3° *Cirro-cumulus, cirro-cumulo-stratus.* — Les altitudes mesurées jusqu'ici sont comprises, pour ces nuages, entre 3.400 et 9.400 mètres.

La recherche de la fréquence relative aux diverses altitudes indique un maximum net voisin de 5.900 mètres, et un autre, moins marqué, vers 4.300 mètres. Il semble donc que les nuages considérés, à l'observatoire du Pic-du-Midi, comme cirro-cumulus, tendent à se partager en deux couches différentes, dont l'une est à peu près à la même altitude que les cumulo-stratus supérieurs (ou alto-cumulus).

Il faut conclure de là qu'il n'est pas toujours facile de distinguer l'une de l'autre certaines espèces de nuages; c'est aussi la conclusion qui se dégage de l'examen des altitudes moyennes déjà publiées par divers établissements météorologiques.

La moyenne générale de toutes nos mesures (28 mois) est de 5.870 mètres pour l'altitude et de 30 mètres 5 par seconde pour la vitesse.

Voici d'ailleurs les nombres obtenus par saison : hiver, altitude de 5.590 mètres avec vitesse de 27 mètres; printemps, 5.780 mètres, avec 33 mètres; été, 5.820 mètres avec 33 mètres; automne, 6.290 mètres avec 29 mètres

La variation saisonnière n'est pas très régulière parce que nos observations ne sont pas encore assez nombreuses; je ne donne donc ces nombres que comme approximations provisoires.

3° *Cirrus, cirro-stratus.* — Les altitudes mesurées sont comprises entre 4.000 et 17.000 mètres et la recherche de leur fréquence relative aux diverses altitudes donne un maximum accentué vers 6.700 mètres, avec deux autres maxima, moins nets, vers 9.000 mètres et vers 12.000 mètres. Un quatrième maximum semble exister vers 5.100 ou 5. 200 mètres.

La moyenne générale de toutes altitudes est de 7.600 mètres, et la vitesse correspondante de 30 mètres par seconde.

Par saison on trouve : hiver, altitude de 6.880 mètres, avec vitesse de

(*) Pour ces nuages et pour les suivants les vitesses moyennes sont probablement un peu trop élevées, parce que les observateurs renoncent assez fréquemment à obtenir la vitesse des nuages trop lents pour être suivis dans le miroir.

24 mètres; printemps, 7.360 mètres, avec 29 mètres; été, 8.230 mètres, avec 31 mètres; automne, 7.940 mètres, avec 36 mètres.

La variation saisonnière de l'altitude apparaît nettement dans ces nombres : les cirrus sont, comme les cirro-cumulus, plus élevés en été qu'en hiver (*).

---


# M. E. MAILLET

Ingénieur des Ponts et Chaussées, à Paris


---

## HYDROLOGIE DU RHIN ALLEMAND; LES CRUES ET LEUR PRÉVISION

### Première note (d'après MM. HONSELL et VON TEIN)

[551.54:914.34]

---

*— Séance du 10 août —*

## I

Dans un volume de 360 pages grand in-4° (1889, Ernst et Korn, Berlin), intitulé *der Rheinstrom*, le bureau central météorologique et hydrographique badois a publié une description hydrologique du bassin du Rhin. Cinq autres fascicules (Ernst et Sohn, Berlin, 1891, 1897 et 1901) intitulés cahiers 1, 2, 3, 4 et 6, parus ultérieurement, s'occupent plus spécialement des crues du Rhin et de ses affluents dans la partie allemande.

Nous avons pensé qu'une analyse de cet important travail, édité en allemand, pourrait être utile aux météorologistes et aux ingénieurs, pourvu que cette analyse indiquât les points essentiels de l'œuvre du bureau badois.

Nous présentons ci-dessous ce résumé en ce qui concerne la partie hydrologique générale (der Rheinstrom). Le résumé des cinq autres fascicules paraîtra ailleurs (V. *Annales des Ponts et Chaussées*, 1903, 2me sem., p. 200).

(*) Les observations résumées dans cette note ont été faites surtout par mes principaux collaborateurs, MM. Ginet, Latreille et Dort, et calculées par M. Dort sous ma direction.

## II

### LE RÉGIME HYDROLOGIQUE DU RHIN

Le bassin du Rhin jusqu'à l'entrée en Hollande, c'est-à-dire à peu près jusqu'à l'origine du delta du Rhin, a 159.500 kmqs (*). Les affluents les plus importants sont indiqués ci-dessous.

| Rive gauche | | Rive droite | |
|---|---|---|---|
| Aare. . | 17615 kmqs | Neckar | 13970 kmqs |
| Moselle. | 28030 | Main. | 27400 |

les autres ont moins de 6000 kmqs. Le Rhin, depuis sa source jusqu'à la frontière hollandaise a une longueur de 1052 kms environ; il a 1360 kms jusqu'à son embouchure.

La pente varie conformément aux indications suivantes :

| | Lieux | Distance à l'origine | Altitude |
|---|---|---|---|
| 1° Rhin supérieur | Sortie du Tomasee | 0 | 2340 ms |
| | Entrée dans le lac de Constance | 170 kms | 395 |

| | Lieux | Distance à l'origine [longueur du fleuve] | Altitude |
|---|---|---|---|
| Rhin de Constance à la Hollande | 2° Sortie du lac de Constance | 0 | 395 ms |
| | Bâle | 167 kms | 245 |
| | Kehl | 295 | 134 |
| | Worms | 444 | 86 |
| | Mayence | 498 | 81 |
| | Coblence | 590 | 59 |
| | Cologne | 686 | 37 |
| | Emmerich | 848 | 10 |

*Affluents.* — Aare, longueur 292 kms; pente dans les 176 derniers kms de Berne à l'embouchure un peu plus de 1 m. par km.

Neckar, longueur 370 kms ; pente dans les 201 derniers kms de Esslingen (près Stuttgart) à l'embouchure, 0 m. 73 par km.

Main, longueur 514 kms ; pente dans les 400 derniers kms de Baunach à l'embouchure, 0 m. 38 par kil.

(*) Dont 116500 en territoire allemand, 27700 en Suisse, 9200 en France (14420 de moins qu'avant 1871). Nous passons sur la description orographique et géologique sommaires du Rhin.

Moselle, longueur 540 kms; pente variant de 14 m. à 1 m. 40 par km. jusqu'à 20 kms à l'amont de Toul. De ce point à l'embouchure, sur 405 kms, pente moyenne de 0 m. 40 par km.

**Largeurs moyennes et sections**

| Lieux | Crues de décembre 1882 | | Eaux moyennes | | Basses eaux | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Largeur | Section | Largeur | Section | Largeur | Section |
| Hüningen (près Bâle). | 241 | 1486 | 216 | 562 | 132 | 220 |
| Kehl. . . . . . . . . | 219 | 1472 | 212 | 681 | 164 | 398 |
| Worms . . . . . . . | 756 | 4271 | 467 | 1289 | 336 | 487 |
| Mayence. . . . . . . | 1063 | 5632 | 738 | 1739 | 709 | 900 |
| Coblence. . . . . . . | 301 | 3106 | 272 | 1243 | 250 | 848 |
| Cologne . . . . . . . | 416 | 3984 | 306 | 1469 | 346 | 786 |
| Wesel. . . . . . . . | 1045 | 5631 | 369 | 1607 | 348 | 814 |

*Cultures.* — Elles se répartissent de la façon suivante :

| | Tout le Rhin jusqu'à Emmerich (moins la France, le Luxembourg et la Belgique) | Rhin allemand |
|---|---|---|
| Forêts . . . . . . . . . . | 31,6 o/o | 34 o/o |
| Terrains incultes . . . . | 5,5 | 1,4 |
| Prés . . . . . . . . . . . | 4 | 4,1 |
| Autres cultures. . . . . | 55 | 55,6 |
| Reste (eaux, routes, etc.) | 3,9 | 4,9 |
| Superficie totale . . . . | 147400 kmqs | 116780 kmqs |

### Températures moyennes

| Stations | Altitudes | Période d'observations | Janvier | Février | Mars | Avril | Mai | Juin | Juillet | Août | Sept. | Oct. | Nov. | Déc. | Année | Différence entre le maxim. et le minim. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Righi (sommet) | 1790 | 1851-1880 | —4,8 | —4,7 | —3,9 | 0,3 | 3,9 | 7,5 | 9,7 | 9,4 | 7,1 | 3,0 | —2,7 | —4,6 | 1,7 | 14,5 |
| Höchenschwand (Schwarzwald) | 1011 | id. | —1,6 | —1,1 | 0,6 | 5,3 | 8,9 | 12,8 | 14,8 | 14,3 | 11,2 | 6,6 | 0,5 | —1,7 | 5,9 | 16,5 |
| Berne | 574 | 1864-1875 | —1,7 | 0,6 | 3,1 | 8,8 | 12,7 | 15,5 | 18,4 | 16,6 | 14,5 | 7,8 | 2,5 | —2,0 | 8,1 | 20,4 |
| Nüremberg | 315 | 1851-1880 | —1,3 | 0,0 | 3,3 | 8,5 | 12,7 | 16,9 | 18,4 | 17,7 | 13,9 | 8,6 | 2,6 | —0,9 | 8,4 | 19,7 |
| Karlsruhe | 124 | id. | 0,8 | 2,1 | 5,0 | 9,9 | 13,8 | 17,7 | 19,2 | 18,4 | 14,8 | 9,7 | 4,4 | 0,9 | 9,7 | 18,4 |
| Trêves | 151 | 1849-1872 | 1,1 | 2,8 | 4,7 | 9,5 | 13,5 | 17,0 | 18,5 | 17,8 | 14,8 | 10,1 | 4,7 | 1,8 | 9,7 | 17,4 |
| Cologne | 60 | 1848-1872 | 1,6 | 3,4 | 5,0 | 9,7 | 13,8 | 17,1 | 18,8 | 18,0 | 15,4 | 10,8 | 5,2 | 2,4 | 10,1 | 17,2 |

L'influence de l'altitude et de l'éloignement de la mer est très nette. Dans les hivers très froids on note des interversions de la variation de la température avec l'altitude : ainsi, en 1879, le maximum du froid pour le Rhin supérieur (Suisse et Schwarzwald) avait lieu pour les altitudes de 400 à 900 mètres. Il en résulte alors, sous l'influence du soleil et de la croissance de la sécheresse de l'air avec l'altitude, la disparition assez rapide des neiges dans les parties élevées (plus de 1000 mètres) par fusion et évaporation.

*Vents — Fœhn.* — Le fœhn est un vent chaud et sec venant du sud et du sud-est, qui n'agit guère que dans les vallées suisses : celles-ci, dans le nord de la Suisse, sont d'ailleurs orientées dans le sens où il souffle. D'après Hann, il est produit par la chute des courants aériens du sud qui ont franchi les vastes barrages des Alpes et qui se réchauffent en partie grâce à l'augmentation de la pression de l'air (compression adiabatique). Le fœhn, rare en été, est souvent suivi de pluies abondantes ; il est utile à l'agriculture, parce qu'il adoucit le climat. Quand il souffle, l'Europe centrale est soumise à de fortes pluies (*) qui s'étendent ensuite à la Suisse.

*Pluies.* — La hauteur moyenne de pluies pour le bassin du Rhin est d'environ 900 mms (660 mms pour l'Allemagne). La carte des pluies moyennes (**) (pendant 5 à 15 ans, de 1870 à 1885) pour les diverses stations de ce bassin confirme la loi connue de croissance des hauteurs de pluie avec l'altitude. Voici ce qu'on constate :

(*) D'après une autre théorie du fœhn, celui-ci serait dérivé du vent saharien dit *Sirocco* (comp. Lenthéric, *le Rhône*, t. I, p. 175 ; F. Forel, *C. R.*, 9 mars 1903) qui amène parfois des poussières sahariennes en Suisse et même dans les régions voisines. Aux modifications séculaires des contrées du nord de l'Afrique et du fœhn pourraient se rattacher, au moins en partie, les modifications séculaires des glaciers.

(**) V. Annales des Ponts et Chaussées, 1903, 2e sem., p. 203.

| RÉGIONS | HAUTEURS DES PLUIES | |
|---|---|---|
| Ballon de Servance (Vosges) . . . . | $2^m$ 00 au moins. | |
| Sommets des Vosges et du Schwarzwald . . . . . . . . . . . . . . | $1^m$ 60 à $1^m$ 80 | Région la plus pluvieuse de l'Allemagne |
| Région des petits affluents de la Forêt-Noire et pourtour des Vosges. | $1^m$ 00 à $1^m$ 60 | |
| Quelques points du bassin du Main et sources de la Sieg . . . . . . . | $1^m$ 00 à $1^m$ 20 | |
| Environs des régions de la Forêt-Noire et des Vosges, savoir : Haute-Moselle, Haute-Saar, sources de la Nahe sur la rive gauche, pourtour et partie aval de Neckar, partie centrale du Main sur la rive droite ; de plus, frontière belge et hollandaise, Ruhr et sources de la Lippe. | $0^m$ 80 à $1^m$ 00 | |
| Bords du Rhin, Moselle, presque tout le bassin du Main, du Neckar, de la Lahn, de la Lippe . . . . . . . . | $0^m$ 60 à $0^m$ 80 | |
| En quelques points seulement à Colmar, Mayence et Marbourg. . . . | $0^m$ 50 à $0^m$ 60 ou même un peu moins | |

*Neiges*. — On en a en moyenne o m. 50 dans le Palatinat, o m. 50 à o m. 90 dans la Bavière du Nord ; dans les Vosges et le Schwarzwald, à 1000 ms d'altitude, on a assez souvent jusqu'à 1 m. de neige, et même parfois 2 ms sur le Feldberg, sommet du Schwarzwald. La neige tombe surtout de novembre à mars, en dehors des montagnes suisses où il peut en tomber même toute l'année. La neige séjourne souvent sur le sol en hiver dans le bassin du Rhin.

## III

### MOUVEMENTS DES EAUX DU RHIN

**Hauteurs du Rhin (1851-1886) et des affluents**

| Stations | Moyenne d'hiver (Octobre-Mars) | Moyenne d'été (Avril-Septembre) | Minimum | Maximum |
|---|---|---|---|---|
| Constance. . . . . . | 3m01 | 3m80 | 2m15 | 5m61 |
| Bâle. . . . . . . . . . | 1m24 | 2m13 | 0m | 6m66 |
| Kehl . . . . . . . . . | 2m70 | 3m50 | 1m52 | 6m73 |
| Mayence . . . . . . | 1m41 | 1m75 | — 0m18 | 5m95 |
| Coblence . . . . . . | 2m74 | 2m77 | 0m79 | 9m20 |
| Cologne. . . . . . . | 2m87 | 2m85 | 0m09 | 9m52 |
| Emmerich. . . . . . | 2m45 | 2m24 | — 0m29 | 7m53 |
| Heilbronn (Neckar) . | 1m20 | 1m06 | 0m29 | 6m36 |
| Miltenberg (Main) . | 1m68 | 1m28 | 0m70 | 6m94 |
| Trêves (Moselle) . . | 1m44 | 0m79 | — 0m04 | 7m00 |

*Rhin suisse.* — Le Rhin et l'Aare sortent de glaciers dont la superficie est de 265 kmqs pour le Rhin supérieur avant son confluent avec l'Aare, et 485 pour l'Aare. Leur rôle et celui des hautes régions de la Suisse est important pour la navigation, car ils contribuent à maintenir dans le Rhin, en été, un niveau qui est au moins aussi élevé qu'en hiver, jusqu'à Cologne (*). Le Rhin, l'Aare et les affluents suisses traversent un grand nombre de lacs dont les plus grands sont le lac de Zurich (Limmat, 88 kmqs), le lac de Constance (Rhin, 528 kmqs), le lac de Lucerne (Reuss, 113 kmqs), le lac de Neuchâtel (Zihl affluent de l'Aare, 240 kmqs), tous à une altitude voisine de 400 mètres. Ces lacs jouent un rôle considérable dans la régularisation de l'écoulement des eaux et l'atténuation des crues, comme le montre le tableau suivant :

| | Bassin versant | Superficie du Lac | Montée du Lac et emmagasinement correspondant | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Moyenne en une année [1872-1885] | | Maximum en une année | | Maximum en 24 heures | |
| Lac de Constance. | 11.560 kmqs | 528 kmqs | 2m13 | 1.125 millions mcs | 2m91 | 1.537 | 0m33 | 174 |
| Lac de Lucerne. . | 2.240 | 113 | 1m05 | 119 | 1m67 | 189 | 0m45 | 51 |

(*) Les 17 plus hauts niveaux des crues du lac de Constance (5m00 à 6m00, maximum 6m00 en 1817) de 1817 à 1888 ont d'ailleurs été observés en juin, juillet et août. Les eaux du Rhin suisse sont en général basses en hiver, hautes en été (de juin à octobre).

L'auteur évalue le débit qui arrive au lac de Constance par seconde pendant les plus grandes crues à 3000 mcs rien que pour le Rhin supérieur, et le débit maximum à la sortie à 1100 mcs. L'Aare donne au Rhin, au maximum, 3400 mcs.

*Affluent de la Forêt-Noire et des Vosges.* — Les petits affluents de la Forêt-Noire, la Wutach (avant le confluent de l'Aare), la Wiese, l'Elz, la Kinzig, la Rench, la Murg ont un caractère torrentiel ; les maxima de leurs crues, qui atteignent au plus 3 m. à 5 m. environ, sont réalisés souvent 24 heures au plus après le début de la montée (*). Leurs crues ont lieu généralement au moment d'un dégel et, comme pour l'Ill, affluent des Vosges (maximum 4 m. 50), dans la saison froide ; celui-ci n'est torrentiel que vers sa source.

*Rhin allemand jusqu'au Neckar.* — D'après Defontaine (*Annales des Ponts et Chaussées*, 1833), voici le débit du Rhin à Kehl.

| Basses eaux | Eaux moyennes | Très hautes eaux |
|---|---|---|
| 380 mcs | 956 | 4685 |

Dans cette partie, le Rhin est maximum en juin, minimum en février. Les glaces, de Bâle à Mannheim, s'écoulent en général sans difficulté, au moins actuellement ; il ne se forme guère d'embâcles qu'entre Lauterbourg et Mannheim (embouchure du Neckar) : celles-ci ne deviennent dangereuses que près de Mannheim.

Les crues s'y produisent aussi bien en hiver, grâce à la partie allemande, qu'en été, grâce à la partie suisse.

*Neckar.* — Terrains imperméables 4000 kmqs, soit 29 o/o, terrains semi-perméables (**) 7800 kmqs, terrains très perméables 2150 kmqs environ. Son bassin est un pays de plaines et de collines. Le niveau moyen des eaux y est haut en hiver, bas en été (maximum en mars, minimum en septembre-octobre). Les plus fortes crues connues à Heilbronn sont les suivantes :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Mai 1817 . . . . . . . . | $6^{m}60$ | Février 1850 . . . . . . | $5^{m}27$ |
| Octobre-Novembre 1824. | $6^{m}87$ | Août 1851. . . . . . . . | $6^{m}36$ |
| Janvier 1834 . . . . . . | $5^{m}70$ | Février 1862 . . . . . . | $5^{m}59$ |
| Mars 1845 . . . . . . . | $6^{m}02$ | Décembre 1882 . . . . . | $5^{m}66$ |

(*) Le rapport entre les débits des hautes et basses eaux pour ces affluents varierait entre $\frac{1}{147}$ et $\frac{1}{286}$.

(**) Terrains où une partie notable de l'eau s'infiltre dans le sol et où une partie ruisselle.

Les fortes crues sont généralement des crues de dégel et de fontes de neiges avec fortes pluies.

La glace, fréquente sur le Neckar, s'y forme habituellement en décembre, janvier et février : elle peut atteindre, par places, jusqu'à 0 m. 60 d'épaisseur. La plus grande débâcle connue est celle de 1784. Le débit de la crue de 1882, à Offenau, a été évalué à 3500 mcs, celui de la crue de 1824 à 4600 mcs; le débit à Diedesheim serait de 32 mcs en eaux basses, 190 mcs en eaux moyennes, 4800 mcs en 1824; le rapport des débits maximum et minimum est de $\frac{1}{150}$. Les crues (*) sont très rapides : souvent la montée a lieu en un à deux jours, la descente en 2 à 3 jours.

*Main.* — Le Main a un régime très voisin de celui du Neckar; une étude spéciale en est faite ailleurs *(Ann. des Ponts, loc. cit.)*. Son débit maximum en temps de crue, 2596 mcs en novembre 1882, n'est que les 0,54 de celui de Neckar.

*Nahe.* — Terrains semi-perméables en général : hautes eaux en hiver, basses en été. La plus forte crue connue est celle de novembre 1882 (6 m. 90 à Kreuznach), soit 4 m. 39 au-dessus des plus basses eaux.

*Rhin entre le Neckar et la Moselle.* — Périodes de basses eaux remarquables comme pour le Rhin entre Bâle et le Neckar : janvier à mars 1858, novembre 1874, février 1882, janvier 1885. Presque chaque année il y a des glaces flottantes, parfois même le fleuve se prend. Dans ce dernier cas, des embâcles peuvent se former aux embouchures quand la débâcle du Neckar ou du Main précède celle du Rhin à l'aval.

L'auteur évalue le débit maximum du Rhin dans cette partie à 7000 mcs : la plus forte mesure connue donne pour la cote 2 m. 30 à Mayence, un peu à l'aval du confluent du Main, 2056 mcs. La hauteur moyenne mensuelle est maxima en juin et minima en février comme à l'amont du Neckar. L'influence de ce dernier se marque par un léger maximum secondaire en décembre.

*Lahn.* — Terrains en grande partie semi-perméables; hautes eaux en hiver, basses en été. Plus forte crue connue à Diez, janvier 1841, 7 m. 66; le débit correspondant est évalué à 800 mcs environ.

(*) A Offenau, au confluent de la Kocher et de la Jagst, les maxima sont dus à ces deux cours d'eau dont le bassin comprend une partie importante de terrains imperméables. Ils ont lieu avant ceux de Heilbronn, situé sur le Neckar, à 15 kms. à l'amont d'Offenau.

*Moselle.* — Terrains imperméables 20 o/o, semi-perméables 70 o/o, perméables 10 o/o. Son régime est voisin de celui du Neckar; les eaux sont basses en été (minimum en août), hautes en hiver (maximum en janvier). Les plus fortes crues connues sont les suivantes :

| Dates | Octobre 1824 | Février 1844 | Mars 1845 | Février 1850 | Novembre 1882 |
|---|---|---|---|---|---|
| Trêves | 8m,08 | 7m,38 | 6m,91 | 7m,06 | 7m,00 |
| Cochem | 8m,00 | 8m,95 | 8m,03 | 8m,87 | 8m,63 |

Les plus basses eaux à Trêves sont celles d'août 1876 (— o m. 04). Les grandes crues n'ont guère lieu qu'en hiver et à la fois dans tout le bassin, comme pour le Main et le Neckar; la Moselle supérieure n'est pas torrentielle, mais la Saar et la Sauer, dont les bassins sont en grande partie imperméables, donnent aux crues de la Moselle inférieure un caractère de croissance rapide, en sorte que celles-ci ne durent en général que cinq jours environ. Les maxima ont lieu à Trêves (aval du confluent des deux rivières), avant ceux de Besch (amont de ce confluent).

Les glaces se montrent presque chaque année sur la Moselle, mais sont en général sans danger et durent assez peu (un mois au plus). Il n'y a des exceptions qu'en 1784, 1830, 1858 et 1879-1880. Le débit maximum de la Moselle, assez mal déterminé, peut être évalué à 4000 mcs à l'embouchure; le rapport du débit minimum au débit maximum est de $\frac{1}{80}$.

*Ruhr et Lippe.* — Les plus hauts niveaux connus sont 5 m. 73 en avril 1808 pour la Ruhr, à Mülheim; 4 m. 50 en décembre 1880 pour la Lippe, à Dorsten. Hautes eaux en hiver, basses en été. Les crues de la Ruhr sont beaucoup plus rapides que celles de la Lippe; le rapport du débit minimum au débit maximum est $\frac{1}{54}$ pour la Lippe (débit maximum 620 mcs à Wesel), $\frac{1}{192}$ pour la Ruhr (débit maximum 1650 mcs à Mülheim).

*Rhin à l'aval de la Moselle.* — C'est à partir de ce point seulement que les eaux moyennes d'hiver sont plus hautes que celles d'été (2 maxima en février-mars et juin, 2 minima en mai et octobre). Mais l'influence du Rhin supérieur reste marquée par le maximum de juin. Les périodes de basses eaux remarquables sont décembre

1853, janvier 1858, décembre-janvier 1864-1865, décembre 1871, novembre 1874, février 1882, novembre 1884.

Les grandes crues du Rhin suisse ne suffisent pas pour donner une forte crue à Cologne (ex. juin 1876, septembre 1852). Il faut encore de fortes crues des affluents allemands du Rhin. Au contraire, ces dernières, jointes à une crue ordinaire du Rhin supérieur, peuvent en occasionner (mars-avril 1845 et novembre 1882).

La glace apparaît dans le Rhin à Cologne en moyenne 21 jours par an, en hiver. Les travaux de régularisation de cette partie du Rhin ont beaucoup contribué à empêcher sa formation. Comme hiver de glaces remarquables, on peut citer 1829-1830 où sur 430 kms entre Mannheim et la frontière hollandaise, le fleuve en présentait 350 couverts de glaces. En 1879-1880, on en eut en tout sur 365 kms de Lauterbourg à la frontière hollandaise. Les embâcles occasionnent parfois de grands désastres.

L'auteur évalue grossièrement le débit maximum du Rhin à Emmerich à 9000 mcs (1882-1883).

Une dernière partie, que nous nous contentons de mentionner, s'occupe de la navigation dans le bassin du Rhin et de l'organisation administrative; les rivières navigables sont (en 1889) l'Ill sur 86 kms, le Neckar (de Cannstatt à l'embouchure), sur 188 kms; le Main (du confluent de la Regnitz à l'embouchure), sur 391 kms; la Moselle (de la frontière à Coblence), sur 313 kms; la Saar (de Sarreguemines à la Moselle). sur 120 kms; la Sauer (de Wollendorff à la Moselle), sur 44 kms; la Lahn, sur 142 kms; la Lippe (de Lippstadt au Rhin), sur 182 kms; enfin, le Rhin de la Suisse à la Hollande, sur 690 kms; soit en tout 2231 kms de rivières navigables (*) (canalisées ou non).

(*) On trouvera à ce sujet des renseignements récents dans un Mémoire de M. Duval, sur *Les voies navigables de l'Allemagne*, *Ann. des Ponts et Ch.*, 1902, 2e sem., n° 42. Voir encore même recueil, 1903. un Mémoire de M. Coblentz.

# M. Ch.-V. ZENGER

Professeur à l'École Polytechnique slave de Prague


## LA THÉORIE ÉLECTRODYNAMIQUE DU MONDE ET LA PÉRIODE LUNI-SOLAIRE DES TEMPÊTES

[551.55:537.5]

— *Séance du 10 août* —

Il y a eu beaucoup de controverses sur l'action de la Lune sur le temps en général et sur les perturbations atmosphériques, magnétiques et sismiques en particulier. La théorie électro-dynamique du Monde, considérant les corps célestes comme des dynamos plus ou moins fortes, n'est pas contraire à une action électrodynamique de la Lune sur notre atmosphère et sur le Globe terrestre. J'ai montré que la sphère creuse de cuivre, suspendue dans l'axe magnétique d'un électro-aimant, type Élihu Thomson, commence à tourner autour du fil de suspension élastique quand on interpose ou superpose une plaque de cuivre, qui absorbe en partie les lignes de force de l'électro-aimant activé par le courant polyphasé d'une source centrale électrique; dès qu'on commence à faire roter cette plaque, interposée entre le pôle de l'électro-aimant et entre la sphère creuse de cuivre rouge, on observe le commencement d'un mouvement orbiculaire elliptique de la sphère, qui est aisément reconnu comme mouvement tourbillonnaire ou hélicoïdal. Il se forme donc, dans le milieu environnant, un véritable cyclone, qui emporte la sphère repoussée par le pôle, qui induit de courants dans cette sphère.

De même, la Lune s'interpose entre la Terre et le Soleil et coupe en partie les lignes de force du pôle du Soleil considéré comme électro-aimant à courant intermittent. Le mouvement cyclonal se produit ainsi dans les couches supérieures de l'atmosphère, bons conducteurs, et descendant vers la surface du Globe terrestre, produit le mouvement tourbillonnaire également dans l'intérieur fluide du Globe, de véritables cyclones ignés, dont le mouvement orbiculaire et progressif produit des chocs terribles contre la surface rugueuse intérieure déjà solidifiée de la croûte terrestre et par là les

du volcan Santa-Maria, a détruit les villes de Palmaz, San Félice, Kolumbia, Kostepaz et a fini le 31 octobre avec la disparition de la ville et du port d'Okus par un terrible tremblement de terre. Mais encore c'est le jour de la 25me période solaire du 30 octobre, précédée du passage des Géminides, du 21 au 25 octobre, et suivie du passage de l'essaim du Bélier, du 31 octobre au 4 novembre.

Concomitant avec les terribles cataclysmes des Antilles et du Golfe de Mexique (disparition de l'île Bermuja, en septembre 1902) et du Guatemala, nous voyons se produire en Italie les éruptions du Vésuve, du volcan éteint Monte-Alto en Calabre, du Stromboli et l'activité de l'Etna, les terribles et réitérées trombes de mer et inondations en Sicile; l'île Stromboli a dû être évacuée à cause des épouvantables et réitérées éruptions du Stromboli.

La sixième éruption du Mont-Pelé, du 18 novembre 1902, coïncide avec les passages continuels des essaims de la Grande-Ourse du 16, suivie immédiatement du passage de Faurides, du 20 au 27 novembre, de Céphéides le 28 novembre, et, en effet :

« La septième éruption du Mont-Pelé s'est produite le 28 novembre 1902, à 1 h. 50 m., éruption latérale ressemblant tout à fait aux précédentes du 20 mai, 30 août et 18 novembre 1902. »

La huitième éruption du Mont-Pelé s'est produite le 16 décembre, à 8 h. 24 m. du matin, plus forte que les deux précédentes, elle a coïncidé avec la pleine lune du 16 décembre 1902 (2 h. 35 m. à Ostende), entre le passage de l'essaim d'étoiles filantes, du 10* au 12* décembre et la 28me période solaire du 19 décembre, car la moyenne est de : $\frac{12 + 19}{2} = 15^{h}5$. Cette éruption, dernière de l'année 1902, était suivie de la :

Neuvième grande éruption du Mont-Pelé, le 25 janvier 1903, jour de la seconde période solaire du 25 janvier et simultanée au passage de l'essaim périodique du 25 janvier, suivie du passage des Couronnides le 28 janvier.

La dixième grande éruption du Mont-Pelé, enfin, s'est produite le 28 mai 1903, suivie du passage de l'essaim du 29 au 30 mai et des bolides du 31 mai.

On voit la concomitance de cyclones et des éruptions volcaniques due à la même cause originale : l'induction solaire, et aux passages de corpuscules célestes et de la Lune entre la Terre et le Soleil, coupant les lignes de force électrique et produisant le mouvement tourbillonnaire dans l'atmosphère, dans les océans et dans l'intérieur fluide du Globe terrestre.

La table suivante montre, outre la périodicité solaire de 12,6 jours (demi-rotation du soleil), aussi la périodicité de 18,029628 ans, la période luni-solaire de 6585,3122 jours terrestres, d'après M. Newcomb, où la lune revient aux mêmes positions relatives au Soleil et à la Terre.

La première colonne donne les jours de la période solaire de 12,6 jours, les deuxième et troisième, les jours de passage des étoiles filantes et de bolides, les autres colonnes, les jours de tempêtes dans la mer d'Allemagne, de 1878 à 1901, à l'intervalle de 18 ans, la dernière colonne, enfin, contient la statistique des répétitions des tempêtes.

## Tempêtes aux côtes de la mer d'Allemagne comparées à la période luni-solaire

⊙ PÉRIODE SOLAIRE ♂ ESSAIMS PÉRIODIQUES ♂ BOLIDES

### Janvier

| ⊙ | ♂ | ♂ | 1878-1896 | | 1879-1897 | | 1880-1898 | | 1881-1899 | | 1882-1900 | | 1883-1901 | | Nombre de répétitions des dates |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | | | | 1 | | | | | | | | | | 1 |
| | 2 | 2 | | | 2 | 2 | 2 | | | | 2 | | | | 4 |
| | 3 | | | | 3 | | 3 | | | | 5, 6 | | | | 4 1 2 2 |
| | 4-11 | | 9, 10 | 8, 9 | 8-10 | 7-9 | 8 | 8 | 7-10 | 4, 6 | 7-11 | | 5 | | 3 7 6 4 1 |
| 14 | | | 13, 14 | | | | 14 | | 12 | 12-14 | 12 | | 13, 14 | | 3 3 4 |
| | | 15 | 15 | 15 | | | 15 | | 15 | | | | | | 4 |
| | | 16 | 16 | 16 | | | | | 16 | 16 | | | | | 4 |
| | 17 | 17 | | 17 | | | | 19 | 17-19 | 17-19 | | 19 | | | 3 2 4 |
| | 22 | | 21-23 | | | 22, 23 | 20, 21 | 20-23 | 20 | 21, 22 | | 20, 22, 23 | 20-23 | 20-23 | 5 6 7 6 |
| | 25 | | 24 | | | 24 | | 24 | 25 | | 24, 25 | 25 | 25 | 25 | 4 5 |
| 26 | | | | | | | | 26, 27 | | | 26 | | 26, 27 | 27 | 3 3 |
| | | 28 | | | | | | 28 | | | | | 28 | 28 | 3 |
| | 29 | | | 30, 31 | | | | 30, 31 | | | 30 | 30, 31 | 29 | | 1 4 3 |

**Février-Mars**

| ⊙ | ☌ | ♂ | 1878-1896 | | 1879-1897 | | 1880-1898 | | 1881-1899 | | 1882-1900 | | 1883-1901 | | Nombre de répétitions des dates |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | FÉVRIER | 2 | | | | | | 1-3 | | | | | 3 | | 1 1 2 |
| | 5 | | | 5 | | | | | | 5 | | | | | 2 |
| | 6 | | | 6 | | | | | | 6 | | | | | 2 |
| | 7 | | 7 | 7 | | | | | | | 7 | | | | 3 |
| 8 | 8 | | 8 | | 8 | | | | 8 | | | | 8 | | 4 |
| | 9 | | 9 | | | | | | | | | | 9 | 9 | 3 |
| | 10 | 10 | 10 | 10-13 | 11 | 10 | | | 10, 11 | 12 | 13 | 11 | | 10, 11 | 5 5 2 2 |
| | 15, 15 | | | 14 | 17 | 14, 16, 17 | 16, 17 | 16, 17 | | | 14-17 | 14, 16 | | 17 | 4 1 5 6 |
| | | 19 | | | 19 | | 18, 19 | | | | 18, 19 | | | | 2 3 |
| 20 | 20, 20 23-25 | | 22, 23 | 20, 21 | 24 | 21, 24 | 20, 21 | | | 21 | 20-23 | 22-24 | | 23, 24 | 3 5 3 4 4 |
| | MARS | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | | 26 | 29 | 25-26 | 25-27 | 25-29 | | | | 26, 27 | 25-27 | | | 4 5 4 2 2 |
| | 2 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4 | | | | | | | | | | | | | | |

**Mars**

| ⊙ | ♂ | ♂ | 1878-1896 | | 1879-1897 | | 1880-1898 | | 1881-1899 | | 1882-1900 | | 1883-1901 | | Nombre de répétitions des dates |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 1 | 1 | | | | 1 | | | | 1 | 1 | 1 | | 5 |
| | 2 | 2 | 2 | | | | 2 | | | 2 | | | | | 3 |
| | 3 | 3 | 3 | 3 | | 3 | 3 | | | | | | | | 4 |
| | 4 | 4 | | | | 4 | | | 4 | 4 | | | | | 3 |
| 5 | | 5 | 5 | | 5 | | | | 5 | | 5 | | 5 | | 6 |
| | | 6 | 6 | 6 | 6 | | | | 6 | 6 | 6 | | 6 | | 7 |
| | | 7 | 7 | 7 | | | 7 | | 7 | | 7 | | 7 | | 6 |
| | | 8 | 8 | | | | 8 | | 8 | | 8 | | | | 4 |
| | | 9 | | | | | | | 9 | | 9 | | | | 2 |
| | | 10 | 12 | 12 | 10–12 | | 11, 12 | | 10, 12 | | 10.11 | | 11, 12 | | 3 4 6 |
| | 14 | | 13 | 16 | 13–16 | | 13 | | | | 13.16 | 13.16 | | | 5 1 1 4 |
| 18 | 18 | 18 | | 17 | | 18, 19 | | 19, 20 | 18, 20 | 17, 18, 20 | 17 | | | 20 | 3 3 3 4 |
| | 24 | | 21, 22 | | 21–24 | 23, 25 | | 21, 24–25 | 21, 24, 25 | 21, 22 | 24, 25 | 22, 23 | 21, 23–25 | 21, 22 | 7 5 4 5 5 |
| | 27 | | 27 | | 27 | 26-27 | | 26, 27 | | | 26 | | 26 | | 4 4 |
| | 28 | | | | 28 | 29 | | | | 29 | | | | | 1 2 |
| 31 | | | 31 | 31 | | 30, 31 | | | | 30, 31 | | | 30, 31 | | 3 5 |

## Avril

| ⊙ | ☌ | ♂ | 1878-1896 | | 1879-1897 | | 1880-1898 | | 1881-1899 | | 1882-1900 | | 1883-1901 | | Nombre de répétitions des dates |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 2,4 | | | | 3,4 | | 2 | | 4 | | | 4 | 2 1 4 |
| | | 6 | | | | | | 5,6 | | 5,6 | 5 | | | 5 | 4 2 |
| | | 10 | | | 8–10 | | | | 10 | | | | | | 1 1 2 |
| 12 | 12 | | | 11 | 12 | | | 11 | 11 | | | | | | 3 1 |
| | 13 | | | 13 | | | | | 13 | | | 13 | | | 3 |
| | 14 | | | | | | | | 14 | | 14 | 14 | | | 3 |
| | 15 | | | | | | | | 15 | | 15 | | | | 2 |
| | 16 | | | | 16 | | | | | | 16 | 16 | | | 3 |
| | 17 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 18, 18, 18 | | | | 18 | 18 | | | | | | | | | 2 |
| | 19, 19, 19 | | | | 19 | 19 | | | 19 | | 19 | | 19 | | 5 |
| | 20, 20, 20 | 20 | | | 20 | | | | 20 | | 20 | | | | 3 |
| | 21, 21 | | 21 | | | | | | | | | | | | 1 |
| | 22, 22 | | 22 | | 22 | | | | | 22 | | | 22 | | 4 |
| | 23 | | 23 | | | | | | | 23 | | | | | 2 |
| | 24 | | 24 | | | | 24 | | | | | | 24 | | 3 |
| 25 | 25 | 25 | | | | | 25 | | | | 25 | | | | 2 |
| | | 26 | | | | | | | | | 26 | | | | 1 |
| | | 27 | | | | | | | | | 27 | | | | 1 |
| | | 28 | | | | | | | | | | | | | |
| | | 29 | | | | | | | | | | | | | |
| | 30 | 30 | | | | | | | | | 30 | | | | 1 |

**Mai**

| ☉ | ♂ | ·♂ | 1878-1896 | | 1879-1897 | | 1880-1898 | | 1881-1899 | | 1882-1900 | | 1883-1901 | | Nombre de répétitions des dates |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 1 | | 3 | | | | | 1 | 1 | | | | | 2 1 |
| | 5-17 | | 5 | | | | | | | | | | | | 1 |
| | 6 | | | | | | | | | 6 | | | | | 1 |
| 7 | 7 | | 7 | | | | | | 8 | 7 | 8 | | | | 2 2 |
| | 11 | | | | 11 | | 10 | 10, 11 | 9, 10 | | 9, 10 | 9 | 11 | | 3 4 3 |
| | | 13 | | 13–15 | | | 17 | | 16, 17 | | 12–14 | | | | 1, 2, 2, 1, 1 2 |
| 20 | | 20 | 20 | | | | | 20 | 18 | | | 19, 20 | 19, 20 | | 1 2 4 |
| | | 21 | 22 | | | | 24, 25 | | | | | | | | 1 1 1 |
| | 29 | | | | 29 | | | | 28 | 26, 27 | | | | | 1 1 1 1 |
| | 30 | | | | 30 | | | | | | | | | | 1 |
| | | 31 | | | | | | | | | | | | | |

**Juin**

| ⊙ | ♂ | ♂ | 1878-1896 | | 1879-1887 | | 1880-1898 | | 1881-1899 | | 1882-1900 | | 1883-1901 | | Nombre de répétitions des dates |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | | | | | | 1 | 1 | | | | | | | 2 |
| | 2 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3 | | | | 3 | | | | | | | | | | 1 |
| | 4 | 4 | | | | | | | 4 | | | | | | 1 |
| | 5 | | 5 | | 5 | | | | | | | | | | 2 |
| | 6 | | | | | | 6 | | 6 | | | | | | 2 |
| | 7 | | | | | | | | | 7 | | | | | 1 |
| | 8 | | | | | | 8 | | 8 | | | | | | 2 |
| | 9 | 9 | | | | | 9 | | | | | | | | 1 |
| | 10, 10 | | | | | | | | 10 | | | | | | 1 |
| | 11, 11 | | | | | | | | 11 | | 11 | | | 11 | 3 |
| | 12, 12 | | | | | | | | | 12 | 12 | | | | 2 |
| 14 | 13, 13, 13 | | | | 13 | | | | | 13 | 13 | | | 13 | 4 |
| | 14, 14 | | | | | | | 14 | | | 14 | | | | 2 |
| | 15, 15, 15 | | 15 | | | | | | | | 15 | | | | 2 |
| | 16, 16 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 17, 17 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 18 | | | | 18 | | | | | | | | | | 1 |
| | 19 | | | | | | | 19 | | | | | | | 1 |
| | 20 | | | 22, 23 | | | | 20 | | | | | 20, 21 | | 2 1 1 1 |
| 26 | 26 | | | 29, 30 | 27 | | 26 | | | | | | | | 1 1 1 1 1 |

**Juillet**

| ☉ | ☌ | ♂ | 1878-1896 | | 1879-1897 | | 1880-1898 | | 1881-1899 | | 1882-1900 | | 1883-1901 | | Nombre de de répétitions des dates |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4 | | 1 | | 4 | 4 | | 3 | 4 | | | | | | 1 1 3 |
| | | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | | | | | | 5 |
| | 6 | | 6 | | 6 | | 6 | | | | | | | | 3 |
| | 7/7 | | 7 | | 7 | 7 | | | 7 | | | | | | 4 |
| | 8 | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | 9 | | | | 9 | | | | | | | | | | 1 |
| | 10 | | | | | | | 10 | | | 10 | | | | 2 |
| | 11 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 12 | 12 | | | 12 | | | | | | | | | | 1 |
| | | 16 | | | | | | 14, 15 | | | | | 16 | | 1 1 1 |
| | | 18 | 18 | | | | | 17 | 17 | | | | | | 2 1 |
| | 19 | | 19 | | | | | | | | | | 19 | | 2 |
| | | 20 | | | 21 | | 21 | 21 | | | | | | | 3 |
| 22 | 22 | | 23 | | | 23 | | | | | | | 22 | | 1 2 |
| | 25 | | | | 24-26 | | | 24, 25 | 25, 26 | | | | 26 | | 2 3 3 |
| | 28 | | | | | | | | 27, 28 | | 29 | | 27, 28 | | 2 2 1 |
| | 30 | 30 | | | | | 31 | 31 | | | 31 | 31 | | | 4 |

## Août

| ⊙ | ♂ | ♂ | 1878-1896 | | 1879-1897 | | 1880-1898 | | 1881-1899 | | 1882-1900 | | 1883-1901 | | Nombre de répétitions des dates |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | | | 2,3 | | | | 1 | 1 | | | 1,3 | | | | 3 1 2 |
| | 4,4 | 4 | | 4 | | | | | | | 4 | 4 | | | 3 |
| | 5 | | | | | | | | | | 5 | 5 | | | 2 |
| | 6 | | | | | | | | | | 6 | | | | 1 |
| | 7 | | | | 7 | | | | | | | 7 | | | 2 |
| | 8 | | | | 8 | | | | | | | | | | 1 |
| | 9 | | | | | | 9 | | | | | | | | 1 |
| | 10, 10-12 | 10 | | | 11 | | 10 | | 10, 11 | | | | 11, 12 | | 2 3 1 |
| | 14 | | 14 | | | | | | | | | | | | 1 |
| | 15 | | 15 | | | | | | | | | | | | 1 |
| 16 | 16 | 16 | 17, 18 | | | | | | | 17-19 | | | 16 | | 1 2 2 1 |
| | 22 | | 20 | | | | | | 20, 21 | | 22, 23 | | | | 2 1 1 1 |
| | 25 | 25 | | 27 | 27 | | | | 24-26 | 25-27 | 24 | 26 | | 27 | 2 2 3 4 |
| 28 | | | | | 28-30 | | | 31 | | | 30, 31 | | 28-30 | 29, 30 | 2 3 4 2 |

## Septembre

| ⊙ | ☌ | ♂ | 1878-1896 (1) | 1878-1896 (2) | 1879-1897 (1) | 1879-1897 (2) | 1880-1898 (1) | 1880-1898 (2) | 1881-1899 (1) | 1881-1899 (2) | 1882-1900 (1) | 1882-1900 (2) | 1883-1901 (1) | 1883-1901 (2) | Nombre de répétitions des dates |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | | | 1, 2 | 1, 2 | | 1 | 2 | | | | | | 3 3 |
| | 4 | | | | 3 | 4 | | | 3 | | | 3 | 3 | | 4 1 |
| | 5, 5 | | | | | 5 | | | | | | | | | 1 |
| | 6, 6, 6 | | | | | 6 | | | | | | 6 | | | 2 |
| | 7, 7, 7 | | | | | 7 | | | | | | 7 | | | 2 |
| | 8, 8, 8 | | | | | 8 | | | | | | | | | 1 |
| | 9, 9, 9 | 9 | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | 10, 10, 10, 10 | | | | 10 | | | | | | | | | | 1 |
| | 11, 11, 11 | | | | | | 11 | | | | | | | | 1 |
| | 12, 12, 12 | | | | | | 12 | | 12 | | | | | | 2 |
| | 13, 13, 13 | | | | | | | | 13 | | | | | | 1 |
| | 14, 14, 14 | | | | | | | | 14 | | | | 14 | | 2 |
| | 15, 15, 15, 15 | 15 | | | | | 15 | 15 | | | | | | | 2 |
| | 16, 16 | 16 | 16 | | | | | | | | | | | | 1 |
| | 17, 17 | | 17 | | | | 17 | | | | | | | | 2 |
| | 18 | | 18 | | | | | | | 18 | | | | 18 | 3 |
| | 19 | | 19 | | | | | | | 19 | | | | | 2 |
| | 20 | | 20 | | | 20 | | | | 20 | | | | | 3 |
| | 21 | | | | | 21 | | | 21 | 21 | 21 | | | | 4 |
| | 22 | | | 22 | | | | 22 | 22 | 22 | 22 | | | | 5 |
| 23 | | | 23 | 23 | | | | 23 | 23 | 23 | | | 23 | | 6 |
| | | 24 | | 24-25 | 24 | | | | | | | | | | 2 1 |
| | 27 | | 27-29 | | | | 30 | | | | 29 | 26, 27 | | | 2 1 2 1 |

## Octobre

| ☉ | ☌ | ♂ | 1878-1896 | | 1879-1897 | | 1880-1898 | | 1881-1899 | | 1882-1900 | | 1883-1901 | | Nombre de répétitions des dates |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2 | | | | | 2 | 2,3 | | 3 | 3 | | | 3 | | 2 4 |
| | 4,4 | | | | 4 | | | | 4 | 4 | | 4 | | | 4 |
| 5 | | | | 5,6 | 5 | | | | 5,6 | | | 5,6 | 6 | 6 | 4 5 |
| | 8,8 | | | 7 | | | 8 | | | 8 | | 7 | 8 | 7,8 | 3 4 |
| | 9 | | | | | | 9 | | | | | | 9 | 9 | 3 |
| | 10 | 10 | | | 10 | | | | 10 | 10 | | | | | 3 |
| | 11 | | 11 | | | | 11 | | 11 | | | | | | 3 |
| | 12 | | | | | 12 | | | 12 | | 12 | | | | 3 |
| | 13 | | | | 13 | 13 | | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | | | 7 |
| | 14,14 | 14 | | 14 | 14 | 14 | 15,16 | 15,16 | 14–16 | 14,15 | 14–16 | 14,15 | 15 | | 7 7 4 |
| 18 | 18 | 18 | | | 17–19 | | 19 | 17-19 | 19 | | | | 17–19 | | 3 3 5 |
| | 20 | | | | 20,21 | | 21,22 | , 20 | 21,22 | | 22 | | 20,21 | | 3 4 3 |
| | | 24 | 23–26 | | 23 | | 24·26 | 26 | 23,25–6 | 24,25 | 23–25 | 23,24 | 23,25–6 | | 6 5 6 5 |
| | 29 | 29 | 27 | 29 | | | 27,29 | | 28,29 | | 28,29 | 27,29 | | | 3 4 5 |
| 30 | | | 31 | | | | 30,31 | 30 | | 31 | 30 | | | | 3 3 |

**Novembre**

| ☉ | ☌ | ♂ | 1878-1896 | | 1879-1897 | | 1880-1898 | | 1881-1899 | | 1882-1900 | | 1883-1901 | | Nombre de répétitions des dates |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 1 | 1 | | | | 1 | | | | | | | | 2 |
| | 2 | | 2 | 3 | 2,3 | | | 2,3 | 3 | | | | | | 3 4 |
| | | 5 | 4,5 | 4 | 5 | | 4 | | 4 | | 4,5 | | 4,5 | | 6 4 |
| | 7 | | 6,7 | 6,7 | 6,8 | | 7,8 | | | | 6 | | 6,7 | 6,7,8 | 6 5 3 |
| | 10 | | 10 | | 9,10 | | 9,10 | | | | 9,10 | 9 | | 9 | 5 4 |
| | 11 | | 11 | 11 | | | | | | 11 | 11 | | | | 4 |
| 12 | 12 | | 12 | 12 | | | | | 12 | 12 | 12 | | | | 5 |
| | 13 | | | | 13 | | 13 | | | | | | 13 | | 3 |
| | 14 | 14 | 14 | | 14 | | 14 | | | | 14 | | 14 | 14 | 6 |
| | 15 | | 15 | | 15 | 15 | 15 | | | 15 | 15 | | | 15. | 7 |
| | 16, 16 | | 16 | | 16 | 16 | 16 | | 16 | 16 | 16 | | | | 7 |
| | 17 | | | | | | 17 | | 17 | | 17 | | | 17 | 4 |
| | 18 | | | | 18 | | | | 18 | | 18 | | | | 3 |
| | 19 | | | | | 19 | 19 | | 19 | | | | | 19 | 4 |
| | 20, 20 | 20 | | | 20 | 20 | 20 | | | 20 | | | 20 | 20 | 6 |
| | 21, 21 | | | | | | | | 21 | 21 | | 21 | 21 | | 4 |
| | 22, 22 | | | | | | 22 | | | 22 | | | 22 | | 3 |
| | 23, 23, 23 | | 23 | | | 23 | | | | 23 | | | | | 3 |
| | 24, 24 | | | | 24 | 24 | | | 24 | 24 | | | | | 4 |
| 25 | 25, 25 | | | | 25 | | 25 | | | 25 | | | 25 | | 4 |
| | 26, 26 | | | | | 26 | 26 | | 26 | | | | | | 3 |
| | 27, 27 | | | | | 27 | | 27 | 27 | 27 | | | | 27 | 5 |
| | 28, 28 | | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | | 28 | 28 | | | | 28 | 8 |
| | | 29 | | 29 | 29 | 29 | | | | | | | | 29 | 4 |
| | 30 | | | | | 30 | | | | | | | 30 | 30 | 3 |

## Décembre

| ⊙ | ☌ | ♂ | 1878-1896 | | 1879-1897 | | 1880-1898 | | 1881-1899 | | 1882-1900 | | 1883-1901 | | Nombre de répétitions des dates |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | | 1 | 3 | 1 | 2, 3 | 1, 2, 3 | 1 | 1, 2, 3 | | | 3 | 1 | 6 3 5 |
| | 4 | | | | 5 | | | 4 | | 4,5 | 4 | 4,5 | 4,5 | | 5 4 |
| | 6 | | | | 6 | | | | | 6 | | | 6 | | 3 |
| 7 | | | | | | | 7 | | | | 7 | | 7 | | 3 |
| | 8, 8 | 8 | 9 | | 9 | 8,9 | 8,9 | 8 | | | | | | 8,9 | 4 5 |
| | 10 | | 10 | | 10 | | 10 | 10 | | | | | | | 4 |
| | 11 | 11 | 11 | | | | 11 | 11 | | | 11 | | | | 4 |
| | 12, 12 | | 13 | | | | 12, 13 | 12, 13 | | | | | 12, 13 | | 3 4 |
| | | 14 | | | | | 14 | 14, 15 | | | | 14–16 | 14–16 | 15 | 4 4 2 |
| | | 19 | | | | | 18, 19 | 18, 19 | 17–19 | | | | 19 | | 1 3 4 |
| 20 | | | 20 | | | 20 | | 20 | | | | 20 | | | 4 |
| | | 21 | | 21 | | | | | | | | 21 | | | 2 |
| | 22 | | 22 | | 23 | | 23 | | | | | 22 | 22, 24 | | 3 3 1 |
| | 25 | | | 26 | 25, 26 | 26 | 25, 26 | 26 | 26 | | | | | | 2 6 |
| | | 27 | 30, 31 | | 28–31 | 27, 30 | 27–28, 30 | 27–29 | 27 | 30 | 28–31 | 31 | | | 4 5 4 6 4 |

## M. E. MATHIAS

Professeur à l'Université de Toulouse

### SUR LA LOI DE DISTRIBUTION RÉGULIÈRE DE LA FORCE TOTALE DU MAGNÉTISME TERRESTRE EN FRANCE AU 1er JANVIER 1896 [538.711 (44)]

— *Séance du 10 août* —

§ 1. — J'ai procédé pour la force totale T comme je l'ai fait pour la composante verticale (*) en me limitant aux seuls nombres de M. Moureaux qui se rapportent aux 617 localités du *Réseau magnétique de la France* (**). Comme pour la composante verticale, T est un élément *calculé*, non *observé*; la formule

$$(1) \qquad T = \frac{H}{\cos I}$$

montre que les erreurs de détermination de la composante horizontale et de l'inclinaison se reportent sur T. Dérivons les deux membres de la formule (1), il vient :

$$(2) \qquad dT = \frac{1}{\cos I}\, dH + H\, \frac{\sin I}{\cos^2 I}\, dI.$$

Si nous remarquons que la valeur moyenne de H est 0,2 et que $tg I = 2$ environ,

$$\sin I = \frac{2}{\sqrt{5}} \qquad \cos I = \frac{1}{\sqrt{5}},$$

il vient, toutes réductions faites, H et T étant exprimés en unités du cinquième ordre décimal et $dI = n$ en *minutes* :

$$(3) \qquad dT \doteq \sqrt{5}\,(dH + 12\, n)$$

Si $dH$ et $dI$ sont de même signe, les erreurs s'ajoutent; elles se retranchent si $dH$ et $dI = n'$ sont de signes contraires. Une erreur

(*) E. Mathias. Communication du Congrès de Montauban.
(**) Th. Moureaux. *Annales du Bureau central météréologique pour 1898.*

de 20 unités du cinquième ordre sur H et de 2′ sur I donnent, dans le cas où elles s'ajoutent,

$$dT = 2{,}24\,(20 + 24) = 98{,}5,$$

On voit donc qu'une erreur de 100 unités du cinquième ordre sur T est de l'ordre habituel des erreurs d'expériences, cette erreur pouvant monter à 125 unités dans le cas d'une erreur de 3′ sur l'inclinaison.

Les deux valeurs de T trouvées par M. Moureaux, à Toulouse, en 1884 et 1895, étant respectivement 0,45000 et 0,45100, conformément au résultat donné par les calculs antérieurs, j'ai admis pour la valeur de la force totale à Toulouse, au 1er janvier 1896, la moyenne des nombres précédents, c'est-à-dire 0,45050, ou mieux 45050. En retranchant ce nombre de toutes les forces totales de M. Moureaux, exprimées en unités du cinquième ordre décimal, on aura le ΔT *observé* ; le ΔT *calculé* sera donné par la loi de distribution régulière qu'il s'agit de trouver.

§ 2. — J'ai procédé dans cette recherche de la même façon que pour la composante verticale. Des tâtonnements réguliers m'ont permis de passer de la formule linéaire :

$$(4) \qquad \Delta T\,(\text{calc.}) = 1{,}3\,(\Delta\,\text{long.}) + 5\,(\Delta\,\text{lat.}),$$

valable dans une aire étendue autour de Toulouse, à la formule plus exacte

$$(5) \quad \left\{ \begin{aligned} \Delta T\,(\text{calc.}) = &+ 1{,}3\,(\Delta\,\text{long.}) + 5(\Delta\,\text{lat.}) + 0{,}0008\,(\Delta\,\text{long.})^2 \\ &- 0{,}0010\,(\Delta\,\text{long.})\,(\Delta\,\text{lat.}) - 0{,}0008\,(\Delta\,\text{lat.})^2 \end{aligned} \right.$$

applicable à toute la France, la Corse y compris. Tant que la différence ΔT (obs.) — ΔT (calc.) ne dépasse pas en valeur absolue cent unités du cinquième ordre et même 120 unités pour les grandes valeurs de (Δ long.) et (Δ lat.), on peut considérer la station comme régulière au point de vue de la force totale; au-delà, il y a anomalie.

La formule (5) a permis de choisir dans les 617 localités visitées par M. Moureaux, 507 stations régulières; on a pu alors écrire 507 équations à six inconnues de la forme

$$(6) \quad \left\{ \begin{aligned} \Delta T(\text{obs.}) = x &+ y(\Delta\,\text{long.}) + z(\Delta\,\text{lat.}) + t(\Delta\,\text{long.})^2 \\ &+ u(\Delta\,\text{long.})\,(\Delta\,\text{lat.}) + v(\Delta\,\text{lat.})^2 \end{aligned} \right.$$

Si l'on pose

$$y = 1{,}3 + y', \qquad z = 5 + z', \qquad t = + 0{,}0008 + t'$$
$$u = - 0{,}0010 + u', \qquad v = - 0{,}0008 + v'$$

et si l'on retranche membre à membre (5) de (6), il vient :

$$(7) \quad \left\{ \begin{aligned} x + y'(\Delta \text{ long.}) + z'(\Delta \text{ lat.}) + t'(\Delta \text{ long.})^2 + u'(\Delta \text{ long.})(\Delta \text{ lat.}) \\ + v'(\Delta \text{ lat.})^2 = \Delta T \text{ (obs.)} - \Delta T \text{ (calc.)} \end{aligned} \right.$$

Les 507 équations du type (7) à six inconnues $x, y', z', t', u', v'$ ont été résolues au moyen de la méthode des moindres carrés par le service des calculateurs de l'Observatoire de Toulouse que M. B. Baillaud a bien voulu mettre à ma disposition comme par le passé. Ces prodigieux calculs ont été faits sous la haute direction de M. B. Baillaud, à qui j'exprime une fois de plus ma respectueuse reconnaissance. Les équations (7) ont fourni la solution suivante :

$$x = +\,16{,}5 \qquad y' = -\,0{,}028 \qquad z' = +\,0{,}0457$$
$$t' = -\,0{,}000088 \qquad u' = -\,0{,}000081 \qquad v = -\,0{,}000118$$

La loi de distribution régulière de la force totale pour la France entière, y compris la Corse, est par suite donnée par la formule

$$(8) \quad \left\{ \begin{aligned} \Delta T = +\,16{,}5 + 1{,}272(\Delta \text{ long.}) + 5{,}0457(\Delta \text{ lat.}) + 0{,}000712(\Delta \text{ long.})^2 \\ - 0{,}001081(\Delta \text{ long.})(\Delta \text{ lat.}) - 0{,}000918\,(\Delta \text{ lat.})^2 \end{aligned} \right.$$

Comme on ne peut pas répondre de 16,5 unités de cinquième ordre dans l'évaluation de la force totale, le terme constant de la formule (8) signifie simplement que la force totale admise pour Toulouse 0,45050 est trop faible de 16 unités du cinquième ordre.

§ 3. — Le tableau suivant montre la vérification de la formule (8) pour 32 départements *entièrement réguliers*, c'est-à-dire donnant pour la différence $\Delta T$ (obs.) — $\Delta T$ (calc.) une valeur absolue toujours inférieure à 100 unités du cinquième ordre. Dans ce tableau, $T_{96}$ est la force totale au 1er janvier 1896 donnée par M. Moureaux.

| STATIONS | Δ LONG. | Δ LAT. | $T_{96}$ | ΔT (OBS.) | ΔT (CALC.) | OBS.-CALC. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **1. — Ain** | | | | | | |
| Belley | — 253′ 45 | + 128′ 75 | 0,4553 | + 480 | + 410 | + 70 |
| Bourg | — 225′ 05 | + 155′ 15 | 0,4565 | + 600 | + 565 | + 35 |
| Nantua | — 249′ 25 | + 152′ 45 | 0,4563 | + 580 | + 533 | + 47 |
| **2. — Basses-Alpes** | | | | | | |
| Barcelonnette | — 311′ 75 | + 46′ 35 | 0,4490 | — 150 | — 63 | — 87 |
| Digne | — 285′ 65 | + 28′ 35 | 0,4487 | — 180 | — 137 | — 43 |
| Forcalquier | — 259′ 35 | + 20′ 95 | 0,4497 | — 80 | — 154 | + 74 |
| Sisteron | — 268′ 75 | + 35′ 15 | 0,4495 | — 100 | — 87 | — 13 |
| **3. — Ardèche** | | | | | | |
| Privas | — 188′ 85 | + 67′ 25 | 0,4522 | + 170 | + 151 | + 19 |
| **4. — Territoire de Belfort** | | | | | | |
| Belfort (1884) | — 324′ 05 | + 242′ 05 | 0,4594 | + 890 | + 932 | — 42 } — 67 |
| Belfort (1891) | — 324′ 05 | + 242′ 05 | 0,4589 | + 840 | + 932 | — 92 } |
| Delle | — 332′ 75 | + 234′ 05 | 0,4599 | + 940 | + 887 | + 53 |
| **5. — Calvados** | | | | | | |
| Bayeux | + 129′ 15 | + 338′ 85 | 0,4678 | + 1730 | + 1750 | — 20 |
| Caen | + 109′ 85 | + 333′ 75 | 0,4673 | + 1680 | + 1706 | — 26 |
| Courseulles | + 115′ 45 | + 343′ 05 | 0,4680 | + 1750 | + 1753 | — 3 |
| Falaise | + 99′ 25 | + 316′ 65 | 0,4667 | + 1620 | + 1622 | — 2 |
| Lisieux | + 73′ 45 | + 331′ 15 | 0,4674 | + 1690 | + 1658 | + 32 |
| Ste-Honorine-du-Fay | + 117′ 05 | + 328′ 05 | 0,4675 | + 1700 | + 1690 | + 10 |
| Trouville | + 82′ 85 | + 344′ 65 | 0,4682 | + 1770 | + 1726 | + 44 |
| Vire | + 140′ 05 | + 314′ 35 | 0,4667 | + 1620 | + 1658 | — 38 |
| **6. — Charente** | | | | | | |
| Angoulême (1888) | + 77′ 85 | + 121′ 65 | 0,4585 | + 800 | + 710 | + 90 |
| Barbezieux | + 96′ 75 | + 111′ 45 | 0,4572 | + 670 | + 686 | — 16 |
| Cognac | + 107′ 05 | + 124′ 05 | 0,4579 | + 740 | + 759 | — 19 |
| Ruffec | + 75′ 95 | + 145′ 45 | 0,4596 | + 910 | + 820 | + 90 |
| **7. — Creuse** | | | | | | |
| Aubusson | — 42′ 35 | + 141′ 45 | 0,4576 | + 710 | + 666 | + 44 |
| Boussac | — 45′ 75 | + 164′ 35 | 0,4586 | + 810 | + 773 | + 37 |
| Guéret | — 25′ 05 | + 153′ 15 | 0,4583 | + 780 | + 741 | + 39 |

| STATIONS | Δ LONG. | Δ LAT. | $T_{96}$ | ΔT (OBS.) | ΔT (CALC.) | OBS.-CALC. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **8. — Dordogne** | | | | | | |
| Belvès | + 26′ 45 | + 69′ 85 | 0,4545 | + 400 | + 397 | + 3 |
| Bergerac | + 57′ 65 | + 74′ 85 | 0,4554 | + 490 | + 460 | + 30 |
| Niversac | + 39′ 65 | + 91′ 75 | 0,4552 | + 470 | + 520 | — 50 |
| Nontron | + 48′ 05 | + 115′ 05 | 0,4567 | + 620 | + 642 | — 22 |
| Périgueux | + 45′ 05 | + 95′ 25 | 0,4560 | + 550 | + 543 | + 7 |
| Ribérac | + 83′ 45 | + 98′ 05 | 0,4573 | + 680 | + 605 | + 75 |
| **9. — Haute-Garonne** | | | | | | |
| Luchon | + 52′ 25 | — 49′ 05 | 0,4488 | — 170 | — 162 | — 8 |
| Muret | + 7′ 95 | — 9′ 05 | 0,4497 | — 80 | — 19 | — 61 |
| Saint-Gaudens | + 44′ 05 | — 29′ 75 | 0,4495 | — 100 | — 76 | — 24 |
| Toulouse (1884) | 0 | 0 | 0,4500 | — 50 | + 17 | — 67 |
| Toulouse (1895) | 0 | 0 | 0,4510 | + 50 | + 17 | + 33 |
| Villefranche-de-Laurag. | — 15′ 05 | — 12′ 85 | 0,4505 | 0 | — 68 | + 68 |
| **10. — Gers** | | | | | | |
| Auch | + 53′ 25 | + 1′ 95 | 0,4509 | + 40 | + 96 | — 56 |
| Condom | + 65′ 95 | + 21′ 15 | 0,4524 | + 190 | + 209 | — 19 |
| Lectoure | + 50′ 55 | + 18′ 95 | 0,4517 | + 120 | + 177 | — 57 |
| Mirande | + 63′ 95 | — 5′ 95 | 0,4521 | + 160 | + 71 | + 89 |
| **11. — Indre-et-Loire** | | | | | | |
| Amboise | + 28′ 75 | + 228′ 65 | 0,4616 | + 1110 | + 1153 | — 43 |
| Chinon | + 73′ 35 | + 213′ 15 | 0,4621 | + 1160 | + 1131 | + 29 |
| Loches | + 27′ 65 | + 211′ 55 | 0,4620 | + 1150 | + 1073 | + 77 |
| Montlouis | + 39′ 35 | + 227′ 15 | 0,4626 | + 1210 | + 1157 | + 53 |
| Tours | + 47′ 45 | + 228′ 05 | 0,4625 | + 1200 | + 1170 | + 30 |
| **12. — Isère** | | | | | | |
| Grenoble | — 256′ 45 | + 93′ 85 | 0,4529 | + 240 | + 229 | + 11 |
| Saint-Marcellin | — 231′ 65 | + 92′ 65 | 0,4535 | + 300 | + 243 | + 57 |
| La Tour-du-Pin | — 239′ 85 | + 117′ 05 | 0,4546 | + 410 | + 361 | + 49 |
| Vienne | — 204′ 65 | + 114′ 95 | 0,4548 | + 430 | + 379 | + 51 |
| **13. — Jura** | | | | | | |
| Champagnole | — 267′ 55 | + 187′ 85 | 0,4580 | + 750 | + 697 | + 53 |
| Dôle | — 242′ 15 | + 209′ 35 | 0,4589 | + 840 | + 821 | + 19 |
| Lons-le-Saulnier | — 245′ 35 | + 183′ 55 | 0,4579 | + 740 | + 691 | + 49 |
| Saint-Claude | — 264′ 45 | + 167′ 45 | 0,4566 | + 610 | + 597 | + 13 |

| STATIONS | Δ LONG. | Δ LAT. | $T_{98}$ | ΔT (OBS.) | ΔT (CALC.) | OBS.-CALC. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **14. — Landes** | | | | | | |
| Dax | + 153′ 55 | + 6′ 25 | 0,4528 | + 230 | + 255 | — 25 |
| Mont-de-Marsan | + 117′ 85 | + 16′ 25 | 0,4536 | + 310 | + 256 | + 54 |
| Morcenx | + 142′ 95 | + 25′ 25 | 0,4529 | + 240 | + 336 | — 96 |
| Saint-Martin-de-Hinx | + 163′ 55 | — 1′ 75 | 0,4531 | + 260 | + 235 | + 25 |
| Saint-Sever | + 121′ 55 | + 8′ 65 | 0,4527 | + 220 | + 224 | — 4 |
| **15. — Loire-Inférieure** | | | | | | |
| Ancenis | + 158′ 55 | + 225′ 55 | 0,4637 | + 1320 | + 1289 | + 31 |
| Châteaubriant | + 170′ 75 | + 246′ 15 | 0,4648 | + 1430 | + 1396 | + 34 |
| Nantes (1884) | + 180′ 95 | + 217′ 95 | 0,4640 | + 1350 | + 1284 | + 66 } |
| Nantes (1885) | + 180′ 95 | + 217′ 95 | 0,4644 | + 1390 | + 1284 | + 106 } + 23 |
| Nantes (1896) | + 180′ 95 | + 217′ 95 | 0,4623 | + 1180 | + 1284 | — 104 } |
| Paimbœuf (1893) | + 209′ 55 | + 220′ 45 | 0,4639 | + 1340 | + 1332 | + 8 |
| Paimbœuf (1896) | + 208′ 35 | + 220′ 25 | 0,4638 | + 1330 | + 1330 | 0 |
| Pornic | + 213′ 25 | + 210′ 05 | 0,4631 | + 1260 | + 1291 | — 31 |
| Saint-Nazaire | + 220′ 35 | + 219′ 45 | 0,4641 | + 1360 | + 1342 | + 18 |
| **16. — Lot** | | | | | | |
| Cahors | + 0′ 95 | + 49′ 75 | 0,4540 | + 350 | + 267 | + 83 |
| Figeac | — 35′ 45 | + 59′ 65 | 0,4537 | + 320 | + 273 | + 47 |
| Gourdon | + 4′ 95 | + 67′ 55 | 0,4538 | + 330 | + 360 | — 30 |
| **17. — Lot-et-Garonne** | | | | | | |
| Agen (1884) | + 51′ 55 | + 35′ 15 | 0,4525 | + 200 | + 259 | — } — 49 |
| Agen (1895) | + 51′ 55 | + 35′ 15 | 0,4527 | + 220 | + 259 | — 39 } |
| Marmande | + 76′ 95 | + 53′ 65 | 0,4539 | + 340 | + 383 | — 43 |
| Nérac | + 67′ 05 | + 31′ 25 | 0,4536 | + 310 | + 260 | + 50 |
| Villeneuve-sur-Lot | + 45′ 75 | + 47′ 15 | 0,4529 | + 240 | + 310 | — 70 |
| **18. — Mayenne** | | | | | | |
| Château-Gontier | + 128′ 65 | + 253′ 15 | 0,4651 | + 1460 | + 1375 | + 85 |
| Laval (1888) | + 132′ 85 | + 267′ 65 | 0,4650 | + 1450 | + 1445 | + 5 |
| Laval (1889) | + 133′ 75 | + 268′ 35 | 0,4656 | + 1510 | + 1449 | + 61 |
| Mayenne | + 123′ 75 | + 281′ 35 | 0,4652 | + 1470 | + 1495 | — 25 |
| **19. — Oise** | | | | | | |
| Beauvais | — 37′ 75 | + 348′ 45 | 0,4669 | + 1640 | + 1631 | + 9 |
| Chantilly | — 61′ 65 | + 334′ 45 | 0,4662 | + 1570 | + 1548 | + 22 |
| Compiègne | — 80′ 95 | + 348′ 95 | 0,4672 | + 1670 | + 1598 | + 72 |
| Senlis | — 66′ 95 | + 335′ 75 | 0,4665 | + 1600 | + 1550 | + 50 |
| **20. — Orne** | | | | | | |
| Alençon | + 81′ 15 | + 289′ 65 | 0,4657 | + 1520 | + 1484 | + 36 |
| Argenton | + 88′ 45 | + 308′ 65 | 0,4667 | + 1620 | + 1575 | + 45 |
| Domfront | + 127′ 95 | + 298′ 45 | 0,4655 | + 1500 | + 1574 | — 74 |
| Laigle | + 50′ 85 | + 309′ 65 | 0,4656 | + 1510 | + 1541 | — 31 |
| Mortagne | + 54′ 85 | + 293′ 65 | 0,4643 | + 1380 | + 1474 | — 94 |

| STATIONS | Δ LONG. | Δ LAT. | $T_{96}$ | ΔT (OBS.) | ΔT (CALC.) | OBS.-CALC. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **21. — Pyrénées-Orientales** | | | | | | |
| Cerbère | — 102' 95 | — 70' 25 | 0,4463 | — 420 | — 474 | + 54 |
| Céret | — 75' 95 | — 67' 05 | 0,4464 | — 410 | — 424 | + 14 |
| Perpignan (1883) | — 85' 55 | — 54' 65 | 0,4466 | — 390 | — 371 | — 19 |
| Perpignan (1887) | — 85' 55 | — 54' 65 | 0,4482 | — 230 | — 371 | + 141 } + 72 |
| Perpignan (1896) | — 85' 55 | — 54' 65 | 0,4478 | — 270 | — 371 | + 101 |
| Prades (1894) | — 58' 05 | — 60' 55 | 0,4473 | — 320 | — 368 | + 48 |
| Prades (1896) | — 58' 05 | — 60' 55 | 0,4473 | — 320 | — 368 | + 48 |
| **22. — Saône-et-Loire** | | | | | | |
| Autun | — 170' 05 | + 200' 85 | 0,4587 | + 820 | + 834 | — 14 |
| Châlon-sur-Saône | — 203' 75 | + 190' 65 | 0,4585 | + 800 | + 758 | + 42 |
| Charolles | — 169' 85 | + 169' 25 | 0,4577 | + 720 | + 680 | + 40 |
| Mâcon | — 201' 95 | + 162' 85 | 0,4560 | + 550 | + 622 | — 72 |
| Tournus | — 206' 65 | + 177' 15 | 0,4580 | + 750 | + 689 | + 61 |
| **23. — Haute-Savoie** | | | | | | |
| Annecy | — 279' 35 | + 137' 15 | 0,4552 | + 470 | + 433 | + 37 |
| Bonneville | — 297' 85 | + 148' 05 | 0,4549 | + 440 | + 476 | — 36 |
| Chamonix | — 325' 15 | + 138' 65 | 0,4551 | + 460 | + 409 | + 51 |
| Évian-les-Bains | — 307' 45 | + 166' 95 | 0,4561 | + 560 | + 565 | — 5 |
| Saint-Julien | — 277' 85 | + 151' 85 | 0,4561 | + 560 | + 509 | + 51 |
| **24. — Deux-Sèvres** | | | | | | |
| Bressuire | + 117' 55 | + 193' 45 | 0,4610 | + 1050 | + 1094 | — 44 |
| Melle | + 95' 55 | + 156' 25 | 0,4597 | + 920 | + 895 | + 25 |
| Niort | + 113' 55 | + 162' 35 | 0,4605 | + 1000 | + 946 | + 54 |
| Partenay | + 101' 35 | + 182' 05 | 0,4610 | + 1050 | + 1021 | + 29 |
| Saint-Maixent | + 99' 85 | + 166' 55 | 0,4599 | + 940 | + 948 | — 8 |
| **25. — Somme** | | | | | | |
| Abbeville | — 23' 75 | + 389' 55 | 0,4689 | + 1840 | + 1823 | + 17 |
| Amiens | — 49' 85 | + 375' 95 | 0,4673 | + 1680 | + 1743 | — 63 |
| Doullens | — 52' 75 | + 393' 55 | 0,4686 | + 1810 | + 1818 | — |
| Montdidier | — 67' 25 | + 362' 55 | 0,4672 | + 1670 | + 1669 | + 1 |
| Péronne | — 89' 35 | + 378' 85 | 0,4673 | + 1680 | + 1725 | — 45 |
| Saint-Valery-s.-Somme | — 11' 55 | + 393' 75 | 0,4694 | + 1890 | + 1851 | + 39 |
| **26. — Tarn** | | | | | | |
| Albi | — 41' 05 | + 18' 05 | 0,4518 | + 130 | + 57 | + 73 |
| Castres | — 46' 35 | — 0' 45 | 0,4504 | — 10 | — 44 | + 34 |
| Gaillac | — 26' 85 | + 17' 35 | 0,4514 | + 90 | + 71 | + 19 |
| Lavaur | — 21' 45 | + 5' 15 | 0,4499 | — 60 | + 16 | — |

| STATIONS | Δ LONG. | Δ LAT. | $T_{96}$ | ΔT (OBS.) | ΔT (CALC.) | OBS.-CALC. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **27. — Tarn-et-Garonne** | | | | | | |
| Castelsarrasin (1895).... | + 20′ 85 | + 25′ 85 | 0,4523 | + 180 | + 173 | + 7 |
| Castelsarrasin (1896).... | + 20′ 45 | + 26′ 05 | 0,4514 | + 90 | + 174 | — 84 |
| Moissac (1895)........... | + 22′ 85 | + 29′ 95 | 0,4520 | + 150 | + 196 | — 46 |
| Moissac (1896)........... | + 23′ 15 | + 29′ 65 | 0,4526 | + 210 | + 195 | + 15 |
| Montauban (1895)....... | + 6′ 65 | + 24′ 05 | 0,4519 | + 140 | + 146 | — 6 |
| Montauban (1896)....... | + 4′ 25 | + 23′ 75 | 0,4528 | + 230 | + 141 | + 89 |
| **28. — Var** | | | | | | |
| Les Arcs................ | — 301′ 45 | — 9′ 25 | 0,4468 | — 370 | — 352 | — 18 |
| Brignoles.............. | — 276′ 25 | — 12′ 25 | 0,4477 | — 280 | — 346 | + 66 |
| Draguignan............. | — 299′ 35 | — 4′ 95 | 0,4471 | — 340 | — 327 | — 13 |
| Toulon.................. | — 269′ 55 | — 29′ 75 | 0,4454 | — 510 | — 435 | — 75 |
| **29. — Vendée** | | | | | | |
| Fontenay-le-Comte ..... | + 134′ 75 | + 170′ 75 | 0,4610 | + 1050 | + 1011 | + 39 |
| Luçon.................... | + 158′ 15 | + 171′ 35 | 0,4616 | + 1110 | + 1044 | + 66 |
| La Roche-sur-Yon...... | + 173′ 95 | + 183′ 45 | 0,4615 | + 1100 | + 1120 | — 20 |
| Les Sables-d'Olonne.... | + 194′ 35 | + 173′ 65 | 0,4619 | + 1140 | + 1103 | + 37 |
| **30. — Vienne** | | | | | | |
| Châtellerault ........... | + 54′ 05 | + 192′ 45 | 0,4602 | + 970 | + 1013 | — 43 |
| Loudun .................. | + 82′ 55 | + 204′ 45 | 0,4625 | + 1200 | + 1102 | + 98 |
| Montmorillon........... | + 35′ 35 | + 168′ 25 | 0,4601 | + 960 | + 879 | + 81 |
| Poitiers (1884)........... | + 68′ 55 | + 177′ 55 | 0,4588 | + 830 | + 961 | — 131 } —46 |
| Poitiers (1893)........... | + 68′ 55 | + 177′ 55 | 0,4605 | + 1000 | + 961 | + 39 |
| **31. — Haute-Vienne** | | | | | | |
| Bellac .................... | + 25′ 05 | + 150′ 75 | 0,4589 | + 840 | + 785 | + 55 |
| Limoges.................. | + 10′ 35 | + 132′ 45 | 0,4571 | + 660 | + 681 | — 21 |
| Rochechouart........... | + 37′ 55 | + 133′ 35 | 0,4573 | + 680 | + 717 | — 37 |
| Saint-Sulpice-Laurière.. | — 1′ 25 | + 145′ 85 | 0,4576 | + 710 | + 732 | — 22 |
| Saint-Yrieix ............ | + 14′ 95 | + 114′ 05 | 0,4565 | + 600 | + 598 | + 2 |
| **32. — Yonne** | | | | | | |
| Auxerre.................. | — 127′ 35 | + 250′ 25 | 0,4611 | + 1060 | + 1106 | — 46 |
| Avallon.................. | — 147′ 35 | + 233′ 35 | 0,4612 | + 1070 | + 1009 | + 61 |
| Joigny ........... ...... | — 116′ 25 | + 261′ 45 | 0,4623 | + 1180 | + 1168 | + 12 |
| Nuits-sous-Rivière...... | — 164′ 95 | + 247′ 05 | 0 4617 | + 1120 | + 1061 | + 59 |
| Sens...................... | — 108′ 15 | + 274′ 95 | 0,4629 | + 1240 | + 1238 | + 2 |
| Tonnerre................ | — 150′ 95 | + 254′ 45 | 0,4620 | + 1150 | + 1107 | + 43 |
| Villeneuve-l'Archevèq.. | — 125′ 75 | + 277′ 45 | 0,4637 | + 1320 | + 1235 | + 85 |

Si l'on considère comme *anomales* les stations qui donnent pour la différence (obs.) — (calc.) une valeur absolue supérieure ou égale à 100 unités du cinquième ordre, on en trouve pour la France entière une centaine environ. Les départements *presque réguliers*, c'est-à-dire qui ne présentent chacun qu'une anomalie sur une moyenne de cinq stations par département, sont au nombre de 36. Ce sont les suivants :

*Aisne*, *Allier*, *Hautes-Alpes*, *Ardennes*, *Ariège*, *Aube*, *Aude*, *Bouches-du-Rhône*, *Cantal*, *Charente-Inférieure*, *Corrèze*, *Doubs*, *Drôme*, *Gironde*, *Hérault*, *Ille-et-Vilaine*, *Indre*, *Loire*, *Haute-Loire*, *Lozère*, *Maine-et-Loire*, *Manche*, *Haute-Marne*, *Meurthe-et-Moselle* (trois anomalies), *Meuse*, *Nièvre*, *Nord*, *Pas-de-Calais*, *Basses-Pyrénées* (deux anomalies), *Rhône*, *Haute-Saône* (trois anomalies), *Savoie* (deux anomalies), *Seine*, *Seine-et-Marne*, *Vaucluse*, *Vosges* (trois anomalies).

Pour ne pas allonger outre mesure ce mémoire, le tableau suivant donne la comparaison des observations et du calcul pour la *Seine* et la *Seine-et-Marne;* les anomalies sont comme d'habitude indiquées par des italiques.

| STATIONS | Δ LONG. | Δ LAT. | $T_{96}$ | ΔT (OBS.) | ΔT (CALC.) | OBS.-CALC. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **Seine** | | | | |
| Bonneuil | — 61′ 55 | + 310′ 35 | 0,4644 | + 1390 | + 1439 | — 49 |
| Champigny | — 63′ 45 | + 311′ 95 | 0,4647 | + 1420 | + 1445 | — 25 |
| Charenton | — 58′ 55 | + 312′ 15 | 0,4650 | + 1450 | + 1450 | 0 |
| Châtenay | — 48′ 85 | + 309′ 05 | 0,4647 | + 1420 | + 1444 | — 24 |
| Clamart | — 47′ 45 | + 311′ 45 | 0,4645 | + 1400 | + 1456 | — 56 |
| Noisy-le-Sec | — 60′ 25 | + 317′ 45 | 0,4646 | + 1410 | + 1473 | — 63 |
| Parc-Saint-Maur | — 62′ 15 | + 311′ 85 | 0,4647 | + 1420 | + 1446 | — 26 |
| Saint-Maur-les-Fossés | — 61′ 75 | + 311′ 95 | 0,4644 | + 1390 | + 1447 | — 57 |
| *Stains* | — 56′ 05 | + 320′ 95 | 0,4668 | + 1630 | + 1492 | + 138 |
| | | **Seine-et-Marne** | | | | |
| Brie-Comte-Robert | — 69′ 75 | + 304′ 95 | 0,4650 | + 1450 | + 1408 | + 42 |
| Chelles | — 68′ 85 | + 315′ 95 | 0,4656 | + 1510 | + 1459 | + 51 |
| Coulommiers | — 97′ 25 | + 312′ 05 | 0,4653 | + 1480 | + 1418 | + 62 |
| La Ferté-Gaucher | — 110′ 05 | + 310′ 35 | 0,4652 | + 1470 | + 1400 | + 70 |
| La Ferté-sous-Jouarre | — 100′ 45 | + 320′ 75 | 0,4652 | + 1470 | + 1455 | + 15 |
| Fontainebleau | — 75′ 95 | + 288′ 35 | 0,4640 | + 1350 | + 1327 | + 23 |
| Juilly | — 74′ 85 | + 324′ 75 | 0,4654 | + 1490 | + 1494 | — 4 |
| *Meaux* | — 84′ 95 | + 321′ 65 | 0,4666 | + 1610 | + 1471 | + 139 |
| Melun | — 71′ 45 | + 294′ 45 | 0,4632 | + 1270 | + 1358 | — 88 |
| Montereau | — 89′ 05 | + 285′ 65 | 0,4643 | + 1380 | + 1303 | + 77 |
| Mormant | — 85′ 65 | + 299′ 55 | 0,4642 | + 1370 | + 1370 | 0 |
| Mortcerf | — 86′ 75 | + 310′ 55 | 0,4654 | + 1490 | + 1419 | + 71 |
| Nemours | — 73′ 45 | + 279′ 05 | 0,4640 | + 1350 | + 1286 | + 64 |
| Provins | — 111′ 35 | + 297′ 25 | 0,4640 | + 1350 | + 1338 | + 12 |
| Saacy-sur-Marne | — 105′ 35 | + 320′ 85 | 8,4648 | + 1430 | + 1451 | — 21 |

Les départements de Seine-Inférieure et de Seine-et-Oise présentent la même régularité avec quelques anomalies de plus. On peut en conclure que, pour ce qui concerne la force totale et les départements qui viennent d'être cités, l'*anomalie magnétique des environs de Paris se réduit sensiblement à des anomalies isolées séparées par de vastes aires parfaitement régulières.*

Les départements réguliers ou presque réguliers formant un total de 68 répartis uniformément sur la surface de la France, on peut affirmer que la formule (8) représente bien la loi de distribution régulière de la force totale en France et que cet élément magnétique est de beaucoup le plus régulier de tous.

*Remarque.* — Dans son *Réseau magnétique de la France au 1er janvier 1896*, M. Moureaux, cherchant à montrer l'influence de l'altitude sur la force totale, dresse le tableau suivant qu'il donne à titre de simple indication, les déterminations du col du Tourmalet et de Luz-Saint-Sauveur correspondant à un état magnétique troublé.

| STATIONS | ALTITUDE | FORCE TOTALE |
|---|---|---|
| Bagnères-de-Bigorre | 540m | 0,4516 |
| Campan | 668m | 0,4500 |
| Luz-Saint-Sauveur | 700m | 0,4508 |
| Col du Tourmalet | 1800m | 0,4493 |
| Col de Sencours | 2366m | 0,4492 |
| Pic-du-Midi | 2856m | 0,4477 |

Sous ces réserves, il conclut que la force totale paraît diminuer quand l'altitude augmente. On peut objecter à cela que l'on compare des forces totales correspondant à des longitudes et à des latitudes différentes et qu'en second lieu, des deux déterminations faites à Bagnères-de-Bigorre et au Pic-du-Midi, on n'a mis dans le tableau précédent que la valeur la plus élevée de la force totale pour Bagnères et la valeur la plus petite pour le Pic.

En ce qui concerne Bagnères-de-Bigorre, la formule (8) indique que les mesures de 1882 et de 1891 sont entachées d'anomalie, la première par défaut (— 107), la seconde par excès (+ 150); cette première localité doit donc être rayée du tableau. En ce qui concerne

le Pic-du-Midi, la mesure de 1895, que M. Moureaux a seule considérée, est affectée d'une énorme anomalie par défaut (— 199) tandis que celle de 1891 est presque régulière et doit être seule employée. De plus, la formule (8) montre que le nombre de Luz-Saint-Sauveur est fortement anomal par excès (+ 118), ce qui peut tenir à l'état magnétique troublé dans lequel les mesures ont été prises. Il ne reste de comparable que les mesures de Campan, du Col du Tourmalet, du Col de Sarcours et du Pic-du-Midi (1891). Pour éliminer l'influence de la longitude et de la latitude, il suffira de comparer les différences (obs.) — (calc.) fournies par l'observation et la formule (8). On obtient alors le tableau suivant, dans lequel les nombres de la dernière colonne sont exprimés en unités du cinquième ordre décimal.

| STATIONS | ALTITUDE | $T_{95}$ | OBS.-CALC. |
|---|---|---|---|
| Campan | 668m | 0,4500 | + 12 |
| Col du Tourmalet | 1800m | 0,4493 | — 32 |
| Col de Sencours | 2366m | 0,4492 | — 48 |
| Pic-du-Midi (1891) | 2856m | 0,4488 | — 89 |

Dans ces conditions, toutes les stations considérées sont régulières, et sous l'influence de l'altitude la force totale diminue progressivement, mais avec une grande lenteur; la différence d'altitude de 2200 m. entre Campan et le Pic-du-Midi se traduit par une diminution de 101 unités du cinquième ordre, c'est-à-dire est sensiblement de l'ordre de grandeur des erreurs d'expérience. Cela montre pourquoi il est inutile d'introduire l'altitude dans la loi de distribution régulière dont il est question dans ce travail.

M. W. KILIAN

Professeur à l'Université de Grenoble

## NOTE SUR LE JURASSIQUE MOYEN DANS LES ALPES FRANÇAISES

[551-76:96]

— *Séance du 6 août* —

Lorsque l'on étudie, d'après les travaux les plus récents, le Jurassique moyen d'un bout à l'autre des Alpes françaises où sa présence avait été longtemps méconnue et même niée, en 1847, par Thiollière (qui déclarait qu'entre les Cévennes et les Alpes, l'Oxfordien reposait sur le Lias), il est facile de s'apercevoir que ce terrain est largement représenté dans cette région. Sa puissance est variable et atteint environ 400m au maximum dans certaines parties de nos montagnes. Il nous a paru intéressant de tirer des descriptions éparses dans de nombreux recueils, ainsi que de nos observations personnelles, un aperçu d'ensemble sur la composition de ce terrain dans les Alpes occidentales.

Le Dogger présente des changements de facies qui permettent de distinguer *plusieurs types* dans la région située à l'Est-Sud-Est d'une ligne passant par Thonon, Annecy, Chambéry, Grenoble, ce sont :

*a)*. — *Un* **type vaseux** caractérisé par le facies dauphinois (*) des dépôts, par l'abondance des empreintes connues sous le nom de *Cancellophycus*, par des *Posidonomyes* et parmi les Ammonites, par l'association constante des *Lytoceras* et des *Phylloceras* à de nombreuses espèces communes avec le Dogger de l'Europe centrale. M. Haug a donné, dès 1892, une description magistrale des dépôts de ce type vaseux entre Gap et Digne (Basses-Alpes).

A la base, l'*Aalénien* schisto-marneux forme un niveau constant qui se confond par la partie inférieure avec le « Lias schisteux » et renferme à la base de nombreux exemplaires de *Ludwigia tolutaria* Dum., spécialement abondante dans la région. (Environs de la Grave, etc.)

Les fossiles rencontrés dans la région que nous avons spéciale-

(*) Voir les publications de M. E. Haug.

ment étudiée, c'est-à-dire entre la chaîne de Belledonne-Aiguilles-Rouges, le Pelvoux et la zone du Briançonnais, permettent de supposer que les zones à *Harpoceras Murchisonæ*, *Harpoceras concavum*, *Sphæroceras Sauzei*, *Witchellia Romani* et *Cosmoceras subfurcatum* y sont paléontologiquement représentées, comme elles le sont dans le bassin du Drac (*), dans le Gapençais et dans les environs de Digne.

Le niveau supérieur du Bathonien, formé de schistes marneux noirs, est peu fossilifère et se confond pétrographiquement avec les dépôts calloviens et oxfordiens; il n'a fourni une faune caractéristique qu'aux Dourbes, dans les Basses-Alpes, où M. Haug l'a étudié.

Ces caractères se poursuivent des Alpes-Maritimes aux Alpes bernoises. Le Dogger à facies dauphinois existe également en Suisse, où il est riche en Céphalopodes, dans les Préalpes de Fribourg et dans la chaîne du Stockhorn (Sulzgraben, Rufigraben, Blattenheid, Hohmad); à Dent-de-Lys, Rossinière, Sabletaz, Moléson, La Raisse, Grand-Caudon, Les Favres, dans les Alpes de Fribourg et de Vaud. Les faunes recueillies dans ces gisements et dont le Musée de Berne possède des séries remarquables (**) provenant de la collection Ooster, rappellent beaucoup les associations d'Ammonites de notre Jurassique moyen de Villard d'Arène, du bassin du Drac et des Basses-Alpes; nous citerons : *Cœloceras Baylei* (notamment du col de Lys), *Cœloceras Humphriesi*, *Cœloceras Blagdeni*, *Cosmoceras Garanti*, *Cosmoceras Braikenridgi*, *Lytoceras tripartitum* (fréquent et caractéristique), *Phylloceras tatricum*, *Phylloceras Demidoffi*, *Phylloceras viator; Parkinsonia Parkinsoni*, *Morphoceras dimorphum*, *Perisphinctes Martinsi*, *Witchellia Romani*, etc., des *Posidonomya* et des Inocérames. Les gisements qui possèdent ce facies se rencontrent tous dans les Préalpes ou dans des chaînes dont M. Lugeon (***) admet l'origine « charriée », c'est-à-dire dans des zones plissées dont les racines seraient à rechercher *plus au Sud*, dans les régions intraalpines. Il est donc probable que notre zone à facies dauphinois se continuait dans les Alpes suisses, probablement au Sud des Alpes bernoises, sur un parcours qui reste à préciser. D'autre part, M. Hugi (****) a étudié, dans les Klippes, également charriées, de Giswyl, un Dogger formé de calcaires foncés, schisteux

(*) D'après les travaux de M. P. Lory.

(**) L. Rollier. *Bericht ueber die palæontolog Sammlungen des Naturh Museums* in Bern. *(Mitth. Naturf. Gessehch.*, in Bern, 1891). — V. aussi, les travaux d'Ooster et de G. Sayn.

(***) M. Lugeon. La région de la Brèche du Chablais (*Bull. Serv. C. G. F.*, t. VII, 1896).

(****) Hugi. *Die Klippenregion von Giswyl* (1900, Bâle, Genève, Lyon).

ou compactes, parfois bitumineux, renfermant des *Radiolaires*, et dans lesquels on a trouvé, avec des empreintes de *Cancellophycus scoparius*, une série d'Ammonites parmi lesquelles nous relèverons : *Lytoceras tripartitum*, *Phylloceras tatricum*, *Cœloceras Freycineti*, comme rappelant la faune de notre type dauphinois. M. Hugi distingue un *Aalénien*, un *Bajocien*, mais n'a pas rencontré de fossiles bathoniens.

Ce qui caractérise ce type vaseux, c'est sa grande uniformité lithologique ; on n'y remarque pas, comme c'est le cas dans le bassin Anglo-Parisien, dans le Jura ou dans d'autres parties de l'Europe centrale, de minerais de fer, de lignites, d'oolithes ferrugineuses, de calcaires à silex, de grès, oolithes, de calcaires à Polypiers, de marnes ou de calcaires marneux à Myacées, à Brachiopodes ou à Ostracées ; on n'y rencontre ni formations lagunaires comme dans le Languedoc, ni formations récifales ou zoogènes, ni marbres à Brachiopodes. En outre, rien ne rappelle ni la « Malière » de Normandie, ni le Fullers'earth, ni les assises si variées de l'Angleterre ou du Jura. Tout au plus quelques niveaux à Ammonites ferrugineuses ou à nodules calcaires « miches », viennent interrompre la longue série de marno-calcaires et de marnes noirâtres qui constituent le Dogger dauphinois.

Se rapprochant dans une certaine mesure, par la fréquence des Ammonites, de certaines assises médiojurassiques de l'Ouest de la France, notre type dauphinois s'en distingue par sa nature lithologique, par son épaisseur, par la fréquence des *Posidonomyes* et aussi par la présence de types méditerranéens (*Lytoceras* et *Phylloceras*) qui y sont associés, ainsi que nous l'avons dit, aux espèces de l'Europe centrale.

La fréquence de *Posidonomya alpina* et de certains Céphalopodes (*Phylloceras, Lytoceras tripartitum*) rappelle vivement les couches de Klaus, de Vils et de Brentonico dans les Alpes orientales, le Dogger de l'Apennin et de la Sicile. Toutefois, malgré ces analogies, notre type dauphinois diffère cependant nettement du Dogger des Alpes orientales par l'absence ou la grande rareté des Brachiopodes caractéristiques du type occidental (Sette communi) qui affecte du reste souvent un facies marbre (Vils) très éloigné du nôtre. Ce n'est qu'à la Voulte, sur la rive droite du Rhône, et en dehors de notre région, qu'on rencontre quelques Brachiopodes de ce type oriental, dans des assises sublittorales de notre Dogger vaseux des Alpes occidentales.

La faune de notre Aalénien dauphinois (Drac, Gapençais) rappelle également par de nombreuses espèces (*Tmetoceras scissum, Erycites*

*fallax)*, signalés dans le bassin du Drac par M. P. Lory, les dépôts de même âge de San-Virgilio, sur le lac de Garde, cependant de nature lithologique si différente.

*b)*. — **Type mixte** *(intermédiaire)*. — Vers le bord externe de la région intraalpine, le Dogger présente de notables modifications; conservant sa teinte foncée, il offre, à Corenc, près Grenoble, à la Table et localement en Haute-Savoie, des intercalations de *Calcaires à Entroques* semblables à la « brèche à Échinodermes » du Bajocien des Alpes suisses et aux Calcaires à Entroques décrits par M. Léon Bertrand au même niveau, dans le voisinage du massif du Mercantour. Ces modifications préludent, à l'Ouest de la Chaîne de Belledonne, à l'apparition du *facies jurassien*, qui est nettement caractérisé dès le Mont-du-Chat, aux environs de Chambéry.

A côté du Dogger vaseux à Céphalopodes qui se rapproche tant de notre *type dauphinois*, il existe également dans les Alpes bernoises de nombreux gisements à facies néritiques ou ferrugineux : calcaire à Entroques (dite « brèche d'Échinodermes »), oolithes ferrugineuses où les Céphalopodes sont associés à des Bivalves, à des Brachiopodes, etc.... (Fabdumrothorn, Loetschenpass, environs de Meyringen, Unternusserln, Stufistein (*) *(Lytoceras tripartitum)*, Urbachthal, etc...) qui appartiennent à un type différent provenant d'une zone bathymétrique intermédiaire, distincte de la zone franchement vaseuse du type dauphinois.

*c)*. — Un **type néritique** à Entroques, Pélécypodes, *(Ostrea costata)*, Brachiopodes, représenté par des « calcaires à débris », forme à l'Est du facies vaseux, du vol Ferret à la Haute-Ubaye, une bande d'affleurements sporadiques qui correspond à la zone du Briançonnais et sépare le domaine occupé par le Dogger vaseux de la région des « Schistes lustrés. »

Ce type néritique peut être rapproché du Jurassique moyen des Alpes centrales de la Suisse; en effet, M. Tobler (**) a décrit, en 1897, le Jurassique moyen du bord septentrional du massif de l'Aar, et il ressort des études du géologue bâlois que sa composition est considérablement plus variée que dans notre type dauphinois; des

(*) Ce gisement de Stufistein se rapproche, par sa faune d'Ammonites, de notre type dauphinois, malgré sa nature pétrographique différente et la présence d'éléments néritiques.

(**) Pour plus de détails, voir : A. Tobler : *Ueber die Gliederang der mesozoischen Sedimente am Nordrand des Aarmassivs. (Verh. der Naturforsch. Gesellsch. zu Basel*, t. XII, 1, 1897).

calcaires à Entroques (brèches à Échinodermes), des bancs de Polypiers et une Oolithe ferrugineuse corallienne, ainsi que la présence de nombreux *Pélécypodes, Gastropodes, Brachiopodes* et *Échinodermes*, donnent malgré la présence de quelques Ammonites, à cet ensemble un caractère nettement néritique.

M. Tobler (*) a décrit également, dans les « Klippes » de la région du lac des Quatre-Cantons, un Jurassique moyen à Ammonites débutant par des calcaires marneux à *Ludwigia Murchisonæ* et *Stephanoceras Humphriesianum*. Il a pu reconnaître aussi les zones à *Parkinsonia bifurcata* et à *Oppelia fusca*. Quant au Bathonien supérieur, il consiste en un calcaire gréseux formant l'arête du Stanzerhorn et renfermant des restes de Rhynchonelles, des Bélemnites et des débris de plantes *(Zamites Kaufmani)*. Ces dernières assises sont analogues aux « couches à *Mytilus* » des Alpes vaudoises. Il est à remarquer du reste que le facies néritique à Entroques, Brachiopodes, *Ostrea costata*, etc., de la zone du Briançonnais ne peut être exactement assimilé à ces couches à *Mytilus* des Alpes vaudoises et du Chablais, qui possèdent un facies plus marneux et, malgré quelques espèces communes, ont une faune notablement différente.

D'autre part, nous croyons intéressant, après M. Haug, d'attirer l'attention sur le caractère essentiellement néritique du Jurassique moyen décrit dans le Val Ferret par Greppin, et qui rappelle davantage notre Dogger briançonnais. Ajoutons que, sur la bordure septentrionale des Alpes bernoises, les travaux de MM. Baltzer, Stutz, Heim, Moesch, Bœhm ont mis en évidence un facies néritique et sublittoral des dépôts jurassiques moyens.

M. Zaccagna admet l'existence d'une *lacune stratigraphique* entre le Lias et le Tithonique dans une partie des Alpes franco-italiennes; nous nous sommes rallié, pour certains points, à cette manière de voir. Il semble en effet qu'une portion de notre zone du Briançonnais, et notamment la bande axiale houillère dans laquelle le Dogger fait absolument défaut, ait dû être émergée pendant cette période. Nous reviendrons d'ailleurs sur cette question à propos de la transgression tithonique.

*d)*. — Un **type provençal** (Haug), remarquable par l'apparition de masses dolomitiques et la présence de faunes néritiques à Échino-

(*) A. Tobler. *Vorlaüfige Mittheilungen über die Geologie der Klippen am Vierwaldstättersee. (Eclogæ geol. helv.*, vol. VI, n° 1, juin 1899.)

dermes, Brachiopodes, Pélécypodes (*Lima heteromorpha* pour le Bajocien; *Ostrea costata* pour le Bathonien), etc., se développe par passage insensible entre Gréoux, Castellanne et le Var, et se continue dans les « Préalpes maritimes », jusqu'aux environs de Grasse.

*e)*. — Vers l'Est, il est probable qu'une partie de la puissante formation des « *Schistes lustrés* » correspond au Dogger, ainsi que M. Bertrand l'a admis dès 1894 pour les schistes du vallon des Chapieux en Tarentaise, mais il est difficile, vu l'absence de fossiles, d'affirmer rien de précis à cet égard.

La répartition de facies énumérés ci-dessus permet de délimiter une *aire centrale* où ne se sont déposés que des sédiments vaseux à Céphalopodes (facies bathyal) d'une notable épaisseur; cette aire, qui occupait la portion des Alpes françaises située à l'Ouest de la zone du Briançonnais, n'est autre chose que le *géosynclinal subalpin*, dont l'existence était déjà très nettement dessinée dès l'époque liasique et dont M. Haug a, en 1892, indiqué le rôle et la signification. Lorsqu'on s'éloigne de cette aire centrale vers le Nord et le Nord-Ouest, les dépôts (type intermédiaire) accusent des caractères tout différents de ceux qu'ils ont au centre. Ils deviennent oolithiques et prennent une faune néritique; parfois, ils contiennent des minerais de fer (La Verpillière), et l'on passe ainsi graduellement aux facies si variés du Jura, du bassin de Paris et de l'Angleterre.

Enfin, sur une partie de l'emplacement actuel de la zone du Briançonnais, semble avoir existé, à l'époque du Jurassique moyen, *un axe émergé*, ou tout au moins une *ligne de hauts fonds séparant le géosynclinal subalpin du géosynclinal piémontais* et déterminant, entre la bande du Dogger à facies dauphinois et celle des schistes lustrés, une zone *néritique* (*) dont nous trouvons les traces dans les dépôts sublittoraux du Galibier, du lac des Neuf-Couleurs et d'Escreins.

(*) C'est précisément cette même zone qui, plus tard, devient l'axe tectonique de l'eventail alpin, éventail que nous avons comparé à un véritable *massif central* dont l'érosion n'a point encore, à l'heure qu'il est, enlevé la couverture sédimentaire si curieusement plissée. (*Ass. Fr. pour l'Avanc. des Sc., Congrès de Boulogne.*)

## M. A. BIGOT

Professeur de Géologie et Paléontologie à l'Université de Caen

### SUR L'ASSÈCHEMENT DES RÉGIONS CALCAIRES DES ENVIRONS DE CAEN

[551.48:(44.22)]

— *Séance du 6 août* —

Divers observateurs, et notamment MM. Martel et Fournier, ont appelé l'attention sur l'avenir que réservent aux régions calcaires l'ensevelissement des cours d'eau, la situation de plus en plus profonde des nappes d'infiltration et la disparition des sources qui en est la conséquence.

Cette note a pour but de montrer, pour une région assez étendue du Calvados, quels ont été les résultats de ces phénomènes sous l'influence de conditions relativement récentes, et comment on peut concevoir la situation hydrographique future de cette région dans l'hypothèse où ces conditions se maintiendraient.

***

La Campagne de Caen forme, au travers du Calvados, une large bande de plaines et de petits plateaux, correspondant à l'affleurement des calcaires bathoniens. C'est une région d'*architecture tabulaire*, essentiellement perméable, soit parce que la roche est plus ou moins meuble, soit parce qu'elle est divisée par de nombreuses fissures, élargies par décalcification.

La forme topographique, caractérisée par des pentes généralement très douces, parfois même par des plateaux étendus, retarde le ruissellement et facilite l'infiltration. Une notable partie des eaux tombées à la surface de la région pénètre ainsi dans le sol pour former les nappes.

***

Aux environs immédiats de Caen (*), ces nappes se rencontrent à plusieurs niveaux :

1° Dans les calcaires bradfordiens, où elles sont déterminées soit par

(*) A. Bigot. *Sur l'alimentation en eau potable des communes du littoral de Caen à Courseulles* (Bull. Soc. Linn. Norm., 5e série, t. VII, 1903, p. 42).

des lits argileux intercalés dans les calcaires, soit par des surfaces durcies désignées sous le nom de *chiens*. Ces niveaux imperméables n'ont pas une position constante; ils ne sont pas continus; les nappes qu'ils déterminent sont irrégulières en étendue et en position;

2° A la base du Vésulien; cette nappe est désignée par les sondeurs locaux sous le nom de « *nappe du banc bleu* »;

3° Au niveau de l'oolithe ferrugineuse bajocienne. Cette nappe alimente les puits, dits artésiens, de la ville de Caen; à Caen, cette nappe est en effet *captive*; elle fournit à 25-28 mètres de profondeur une eau ascendante dont la surface piézométrique arrive presque au niveau du sol (+ 6 m.) dans les bas quartiers.

Un forage fait à Caen en 1849, place Saint-Pierre, a été arrêté à une profondeur de 66 mètres (cote — 59) dans les schistes précambriens sans rencontrer d'autres nappes dans les assises calcaires, marneuses et argileuses du Bajocien inférieur et du Lias.

Coupe schématique de la Vallée de l'Aure à la Vallée de la Dives, montrant la position des nappes aquifères. (Les nappes sont indiquées par un trait fort).

Fig. 1.

Dans le *Bessin*, la nappe bajocienne se continue; elle alimente notamment la Gronde de Ryes et a été rencontrée dans un forage exécuté à Ryes.

Mais le Vésulien calcaire est remplacé dans le Bessin par des argiles (Port-en-Bessin, Arromanches) ou des calcaires marneux (Crépon); la nappe vésulienne est très précaire (Meuvaines), ou n'existe pas, mais l'imperméabilité de ces assises détermine au-dessus d'elles, à la base du Bradfordien, une nappe assez importante, qui alimente à Crépon les sources du ruisseau de Pro-

vence et qui est atteinte par certains puits de la région de Courseulles, notamment par un forage récemment exécuté à Reviers.

Le *Cinglais*, entre les vallées de l'Orne et de le Laize, est formé par un plateau de calcaires du jurassique inférieur, en partie décalcifiés, qui surmonte une pénéplaine paléozoïque. Il n'existe qu'une seule nappe, au-dessus des terrains primaires, elle circule dans les calcaires charmouthiens ou les graviers du Trias et alimente les sources des nombreux ruisseaux du Cinglais.

A l'Est de la Laize s'étend une grande plaine calcaire, limitée au Sud par le massif ancien de Falaise et qui s'abaisse en pente douce vers la Dives. Il paraît n'exister, comme dans le Cinglais, qu'une seule nappe, logée à la base des calcaires jurassiques et maintenue par la surface du plateau primaire qui supporte ces calcaires.

* * *

La première de nos cartes (*fig. 2*) montre combien sont rares les cours d'eau qui arrosent cette vaste région de la Campagne de Caen. De la Seulles à la Dives, sur une longueur de 50 kilomètres, et une largeur moyenne de 16 kilomètres, correspondant à une surface de 800 kilomètres carrés, il n'y a qu'un petit nombre de ruisseaux, et la plupart de peu d'importance, qui prennent leur source dans la *Campagne de Caen*. Les grands cours d'eau qui la limitent et la traversent, — *la Seulles*, — *l'Orne*, avec ses affluents *l'Odon* et *le Laize*, — *la Dives*, avec son affluent *le Laizon*, prennent naissance en amont. A leur traversée de la *Campagne de Caen*, ces rivières jouent le rôle de collecteurs pour les nappes des calcaires, qui leur sont amenées par les affluents, ou qui se déversent dans le lit même des grands collecteurs.

Les affluents de ces cours d'eau, nés dans la *Campagne de Caen*, sont les suivants :

*La Seulles* reçoit sur sa rive droite *la Thue*, grossie de *la Gronde de-Lantheuil*. *la Mue*, grossie de *la Chironne*.

*L'Orne* ne reçoit sur sa rive gauche que *le Dan*. Sur sa rive droite elle est grossie de la *Rivière de Mondeville* et du *Ruisseau de Saint-Martin de Fontenay*, l'une et l'autre d'un débit sans proportion avec la brièveté de leurs cours.

*La Laize*, affluent de la rive droite de l'Orne, née au sud de la région calcaire dans des schistes anciens qui dépendent du massif de Falaise, est un cours d'eau important qu'alimentent, sur sa rive

droite, des ruisseaux de peu de longueur, mais qui naissent parfois de sources importantes; la plus puissante de ces sources, celle de la Fontaine-des-Rochers, à Saint-Germain-le-Vasson, captée par la ville

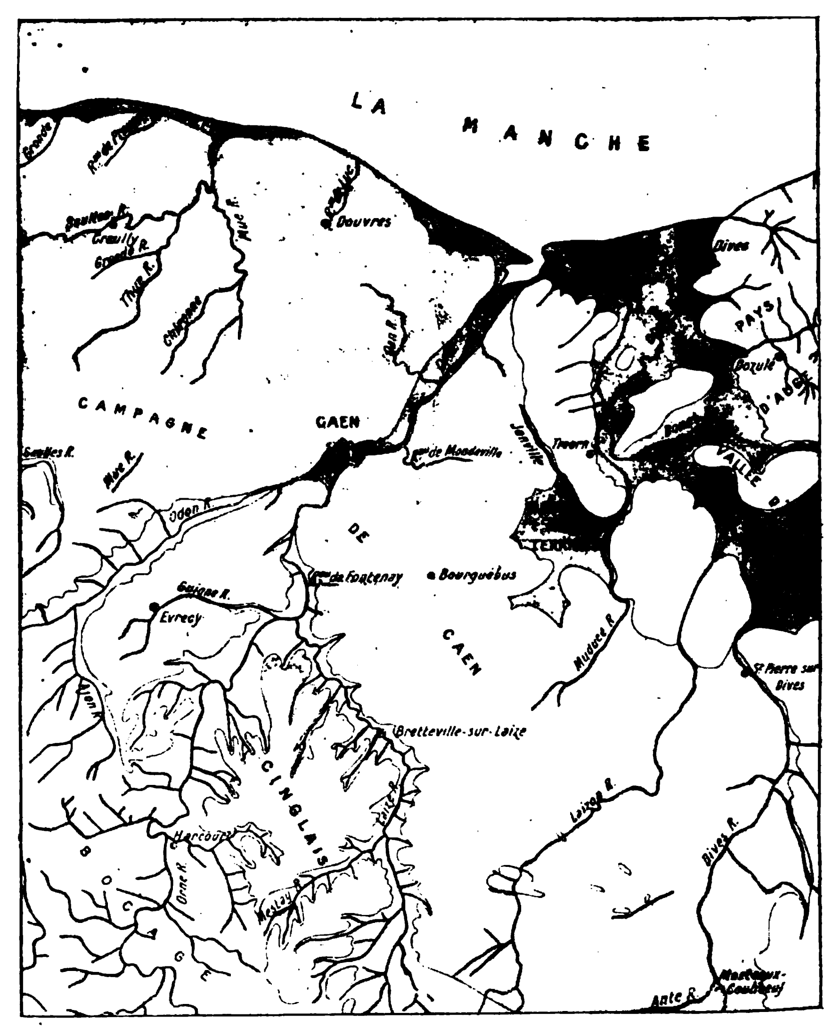



Fig. 2. — Marais et dépôts littoraux actuels.
Réseau hydrographique actuel de la campagne de Caen.

de Caen, a un débit journalier moyen de 1800 mètres cubes (plus de 20 litres à la seconde). Mais la Laize est surtout grossie sur la rive gauche par des affluents nombreux, drainant vers la Laize une partie de la nappe du Cinglais qui se déverse, d'autre part, vers l'Orne.

Dans les marais de la Dives, de Troarn et de la Vallée d'Auge, anciens estuaires maritimes récemment comblés, *la Dives*, née très loin en amont dans le *Pays d'Auge* Ornais, reçoit sur sa rive




FIG. 3. — Réseau hydrographique ancien de la campagne de Caen.

gauche un affluent important, *le Laizon*, dont la source est, comme celle de la Dives, située en amont de la région calcaire. Une fois entré dans la *Campagne de Caen*, le Laizon ne reçoit plus, près de

Potigny, que trois ou quatre petits ruisseaux, dont les sources sont liées à la réapparition des terrains anciens de la Brèche-au-Diable.

Le Laizon se grossit de *la Muance*, ruisseau assez important, né à Saint-Sylvain, en pleine région calcaire, et qui reçoit à son tour le *Cours de Janville* et de petits ruisseaux nés au pourtour du marais des Terriers, dépendance des marais de la Dives.

Deux petits cours d'eau, tombant directement à la mer, le *Ruisseau de Provence* et le *Ruisseau de Luc*, complètent le réseau des cours d'eau propres à la *Campagne de Caen*.

L'examen de la première carte (*fig. 2*) montre encore la rareté des pertes des cours d'eau dans la région étudiée. On n'en peut citer que deux exemples :

1° Interruption du cours de la Mue entre Saint-Manvieu et Rots, sur une longueur de 6 kilomètres. Cette interruption correspond à l'entrée du cours d'eau dans l'affleurement des calcaires du Bajocien supérieur et du Vésulien.

2° Disparition, après un parcours de 3 kilomètres, du *Ruisseau de Perrières*, entre le Breuil et la Dives (1 klm. 1/2). Ce ruisseau, né d'une source importante dans les calcaires bradfordiens, au contact du Grès armoricain, disparaît près de la Maison Neuve en abordant à nouveau les calcaires perméables du Bradfordien (*).

***

L'existence de nombreux vallons à flancs en pente très douce, ou de ravins étroits à fond plat, sans cours d'eau même temporaires, est un trait caractéristique que la *Campagne de Caen* partage avec de nombreuses régions calcaires.

L'origine de ces vallons et de ces ravins ne peut prêter à aucune discussion. Ce sont d'anciennes vallées autrefois parcourues par des cours d'eau, qui les ont creusées.

En supposant ces cours d'eau coulant encore dans leur ancienne vallée, aujourd'hui asséchée, on rétablit l'hydrographie ancienne de la région et on lui restitue à cet égard son ancienne physionomie. C'est cette reconstitution que nous avons figurée sur la seconde de nos cartes (*fig. 3*).

On voit immédiatement combien était différente la situation

(*) En dehors de la région étudiée, dans le Bessin, l'Aure présente à Commes un exemple de capture souterraine d'un cours d'eau. L'approfondissement de la vallée de ce cours d'eau l'a amené au contact des calcaires très fissurés du Bajocien supérieur qui l'absorbent plus ou moins complètement aux *Fosses du Soucy*. Les sources qui se déversent à Port-en-Bessin, au niveau de la mer, sont probablement alimentées en partie par ces pertes de l'Aure.

hydrographique, quand des sources donnaient naissance en tête de chacun des nombreux vallons asséchés à tout autant de cours d'eau. Le contraste des deux cartes pour la région située entre l'Orne et la Dives est particulièrement saisissant. On reconnaît aussi que les cours d'eau propres à la région que nous avons énumérés ne représentent que les tronçons inférieurs des anciens cours d'eau et qu'en amont des sources qui leur donnent aujourd'hui naissance leurs vallées sont continuées par des tronçons asséchés s'étendant parfois fort loin. Celui de la Muance, passant par Estrées-la-Campagne, se prolonge sur 10 kilomètres en amont des sources de Saint-Sylvain.

***

Les sources des cours d'eau ont donc reculé vers l'aval ; elles occupent des altitudes de plus en plus basses ; par suite, la surface piézométrique de la nappe qui les alimente s'est de plus en plus abaissée. Ces trois phénomènes, abaissement de la surface piézométrique, altitude décroissante des émergences, recul des sources vers l'aval dans les vallées, sont intimement liés l'un à l'autre, et les changements dans le régime hydrographique se rattachent en fait à l'abaissement de la surface piézométrique.

Cet abaissement peut provenir de deux causes :

1° Réduction du volume de la nappe.

2° Modifications géographiques résultant du déplacement des collecteurs dans le sens vertical.

1° *Réduction du volume de la nappe.* — Elle résulte d'une moindre alimentation, — soit par réduction des précipitations atmosphériques, — soit par changement dans le rapport des facteurs ruissellement, évaporation, infiltration.

L'asséchement des vallées de la *Campagne de Caen* ne peut être rattaché à l'une ou l'autre de ces causes :

*a*) — Les vallées et ravins secs sont remblayés par des limons de ruissellement. La base de ces limons, tout au moins, est parfaitement stratifiée et présente de petits lits de cailloux et de graviers à peine roulés. La disposition des dépôts, l'intercalation de lits irréguliers de graviers et de petits galets, impliquent un entraînement par des eaux de ruissellement abondantes, correspondant à des pluies d'intensité variable, avec épisodes semi-torrentiels.

*b*). — Le changement dans le rapport des facteurs ruissellement, évaporation, infiltration ne peut résulter, dans le cas envisagé, que du déboisement. Or, si certaines régions de la *Campagne de Caen*

peuvent se prêter, grâce à l'épaisseur des limons superficiels, à l'établissement de forêts naturelles, la plus grande partie est rebelle à la culture des essences forestières. Partout où les calcaires sont superficiels, ils opposent un obstacle à la pénétration des racines des arbres ; les seuls qui y soient relativement prospères sont des sapins de plantation récente. Loin d'être un pays déboisé, la région calcaire possède peut-être aujourd'hui plus d'arbres qu'elle n'en a jamais porté.

2° *Modifications géographiques.* — Le niveau de base d'une nappe étant déterminé par une couche imperméable au-dessus de laquelle s'arrêtent les eaux d'infiltration, ce niveau de base peut se trouver au-dessus ou au-dessous du collecteur qui draine la nappe, que ce collecteur soit un grand cours d'eau ou la mer qui est le collecteur général des nappes.

Un abaissement du niveau des collecteurs aura donc une répercussion sur la position de la surface piézométrique, si le niveau des collecteurs s'abaisse jusqu'au niveau de la couche imperméable.

Envisageons donc ce qui doit se passer d'une façon générale quand, par suite d'un abaissement du niveau d'un collecteur, celui-ci, d'abord situé au-dessus de la surface imperméable, se trouve progressivement amené au-dessous de cette surface.

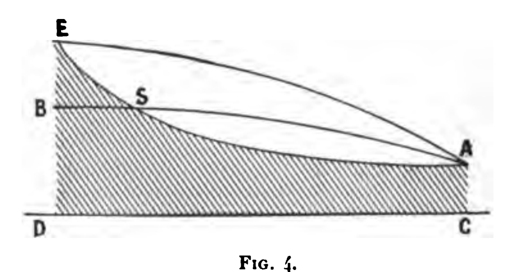



Fig. 4.

Soit *(fig. 4)* une nappe telle que ABCD, logée dans des assises uniformément perméables et maintenue par une assise perméable CD, située au-dessous du collecteur A. La surface piézométrique de cette nappe, déterminée par l'écoulement au niveau du collecteur A, prendra la forme AB. Une vallée latérale AE coupera la surface piézométrique en S, où la nappe se déversera par une source ; de S en A, cette vallée latérale sera parcourue par un cours d'eau.

Si *(fig. 5)*, par suite d'un approfondissement de la vallée du collecteur, A est abaissé en A′, la surface piézométrique prendra la posi-

tion A′ B′; la vallée latérale coupera cette surface en S′, point situé à l'aval de l'émergence primitive S et à une altitude inférieure ; de S′ à A′, la vallée sera parcourue par le cours d'eau prenant naissance en S′, tandis que SS′ sera asséché.

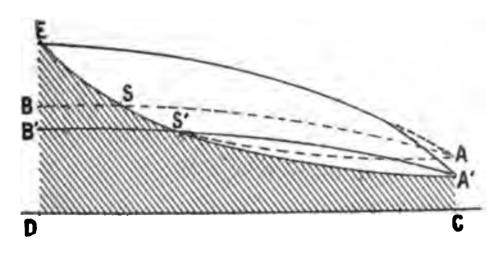



FIG. 5.

Quand A sera arrivé au niveau de C, l'écoulement de la nappe se fera seulement en C, et la vallée latérale sera complètement asséchée.

*Le déplacement des émergences se fait de l'amont à l'aval, et les émergences occupent des altitudes de plus en plus basses.*

Le ruissellement sur les versants entraîne des matériaux de remblayage qui s'accumulent au fond de la vallée parce que la pente du profil longitudinal est très faible et parce que la puissance de transport devient insuffisante suivant l'axe pour entraîner les matériaux sur une pente plus faible. Ce transport se trouve en outre annihilé par ce fait que le fond de la vallée, formé de calcaires perméables, ou tout au moins jalonné par les cheminées des anciennes émergences absorbe rapidement les eaux de ruissellement qui sont les agents de

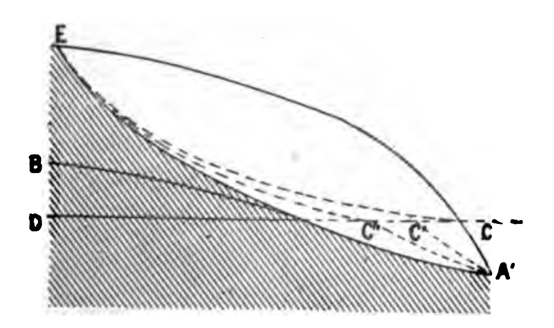



FIG. 6.

transport. Le remblayage va d'ailleurs s'accentuant tant que les versants ne sont pas suffisamments aplanis, parce que les limons déposés dans le fond de la vallée sont essentiellement perméables et

ne permettent pas l'établissement de cours d'eau temporaires, susceptibles d'entraîner les dépôts de ruissellement.

Supposons maintenant (*fig. 6*) que le collecteur, approfondissant de plus en plus sa vallée, s'enfonce progressivement au dessous du niveau imperméable CD. La nappe se déversera d'abord par une série d'émergences C situées sur la ligne d'affleurement du sommet de la couche imperméable CD. Mais les eaux de ces émergences, coulant sur le versant CA', exercent une action *agressive* qui aboutit à la formation d'un sillon dans la couche imperméable ; par suite de cette érosion, le point C s'éloigne de plus en plus de A' à la surface de CD ; il est progressivement reporté en C'C'' situés avec lui sur un même plan, qui est celui du sommet de la couche imperméable.

Le déversement de la nappe dans le collecteur se fait seulement par les affluents de ce collecteur ; *le déplacement des émergences* est inverse du cas précédent ; il *se fait de l'aval à l'amont*.

L'existence d'un cours d'eau permanent, à pente souvent rapide, ne permet pas l'accumulation des limons de ruissellement dans la vallée. Bien plus, reconquérant la position qu'il avait progressivement abandonnée dans la phase précédente, ce cours d'eau remonte l'ancienne vallée, qu'il débarrasse du remblayage qui s'y était accumulé.

***

Nous avons montré précédemment (*) qu'avant le quaternaire supérieur (phase à *Elephas primigenius*), la Basse-Normandie avait été fortement surélevée et que, par suite de l'abaissement du niveau de base, le cycle d'érosion des cours d'eau avait passé par une phase de rajeunissement caractérisée par un régime torrentiel. Cette phase de rajeunissement s'est traduite par un encaissement des grands collecteurs, dont la vallée s'est de plus en plus creusée.

C'est dans cet encaissement qu'il faut chercher la cause de l'assèchement des vallées de la *Campagne de Caen*. Les caractères du tracé hydrographique ancien et actuel de cette région s'expliquent par un abaissement de la surface piézométrique, consécutif à l'enfoncement des grands collecteurs.

Comme M. Dollfus l'a déjà dit pour la région de Rouen (**), il suffit de supposer le niveau de ces grands collecteurs progressive-

(*) Notamment dans un travail récent : *Notes pour servir à l'histoire physique de la vallée de l'Orne. — I. Les terrasses pléistocènes de la région de Feuguerolles* (Bull. Soc. Amis Sc. Nat. Rouen, 2e sem. de 1903, 16 p. 2 pl.

(**) *Note géologique sur les eaux de Rouen*, dans *Eaux du Robec*, par GARNIER, Paris, Kingelman, 1901, p. 248.

ment relevé pour voir remonter les émergences le long des vallées asséchées et ces vallées ramenées à leur ancienne physionomie. alors qu'elles étaient parcourues par des ruisseaux nés de ces sources.

Il est d'ailleurs facile de montrer par quelques exemples que la répartition des émergences et les caractères des vallées de la Campagne de Caen sont conformes aux conditions théoriques qui ont été précédemment établies.

1° *Nappe entamée par les collecteurs au-dessus de la couche imperméable qui détermine la nappe.* — Dans la région de Courseulles, par suite de l'imperméabilité des assises vésuliennes, il se constitue une nappe à la base des calcaires bradfordiens (*fig. 1*).

Les couches vésuliennes plongeant au N.-E., leur sommet se trouve à Courseulles, à une cinquantaine de mètres au-dessous du niveau de la Seulles. La surface piézométrique de la nappe se relève à l'O., où elle donne naissance en aval de Crépon à des émergences assez importantes dans la vallée de Provence. Entre la vallée de la Seulles et le ruisseau de Provence, le plateau bradfordien, recouvert de limon, est entamé par le ravin sec, en partie remblayé, des Vaux de Graye; ce ravin a été creusé par un ruisseau né d'émergences de la nappe, alors que la Seulles était moins profondément creusée et que la surface piézométrique coïncidait avec le fond de la vallée sèche. Cet abaissement de la surface piézométrique a eu en outre pour conséquence de reporter vers l'aval les émergences de la vallée de Provence, continuée à l'amont de Crépon par un vallon asséché. Si l'encaissement de la Seulles s'était continué, les émergences du ruisseau de Provence auraient continué à reculer, jusqu'à ce que le creusement de la vallée de ce ruisseau eût atteint les couches imperméables du Vésulien, c'est-à-dire le niveau de base de la nappe.

2° *Nappe entamée par le collecteur au niveau de la couche imperméable.* — C'est le cas de la nappe vésulienne à Allemagne; cette nappe importante s'y déverse dans l'Orne aux sources du Bourbillon. Les émergences, situées dans le lit de la rivière, se déplacent verticalement par l'augmentation de charge qui résulte des variations du niveau de la rivière sous l'influence de la marée. A haute mer, elles remontent sur la berge, en même temps que monte le niveau de l'eau dans les puits.

3° *Collecteurs creusés au-dessous de la surface de la couche imperméable.* — La Laize et l'Orne, qui encadrent le plateau du *Cinglais*, sont dans cette condition. L'encaissement de ces collec-

teurs a dépassé la base des calcaires jurassiques dans lesquels est logée la nappe, ils sont descendus au-dessous du sommet de la pénéplaine paléozoïque qui forme massif imperméable. Les émergences de la nappe sont localisées au contact des deux formations; elles donnent naissance à des ruisseaux importants; la vallée de ces ruisseaux creusée dans les terrains primaires est prolongée à l'aval par une vallée sèche le long de laquelle les émergences tendent à remonter. Cette région fournit une démonstration évidente du cas théorique envisagé antérieurement (*fig. 6*).

* * *

Modifications futures du régime hydrographique. — Elles peuvent être envisagées dans les trois cas suivants :

1° Le déplacement eustatique de la région se poursuit et le niveau de base continue à s'abaisser;

2° Un abaissement de la région continentale succède au soulèvement et le niveau de base se relève;

3° La région continentale est fixée dans sa position actuelle et le niveau de base demeure constant.

Des observations que nous avons relatées ailleurs démontrent qu'après le soulèvement qui a produit le rajeunissement du cycle d'érosion et les phénomènes spéciaux aux nappes que nous avons décrits, la région a été soumise pendant le Quaternaire tout-à-fait supérieur (depuis l'âge de la pierre polie) à un mouvement inverse qui a permis la submersion des tourbières littorales et l'envahissement par la mer des estuaires des grands cours d'eau. Ce phénomène paraît se continuer de nos jours, mais il est si lent et ses résultats sont si faibles, en comparaison des phénomènes que nous allons examiner, que l'on peut considérer cet affaissement comme négligeable et supposer que la région se trouve fixée dans sa position actuelle.

Dans ces conditions, l'alimentation des cours d'eau dans la région calcaire est destinée à devenir de plus en plus faible et le régime des cours d'eau est appelé à subir des modifications intéressantes.

Ces modifications tiennent à deux causes :

a). — *Abaissement progressif des nappes d'infiltration par suite de la corrosion chimique des fissures du calcaire en profondeur;*

b). — *Réduction et destruction par érosion mécanique superficielle des couches qui contiennent la nappe.*

*a*). — L'infiltration dans les roches *non perméables en soi* est assurée par les fissures qui les divisent. Cette infiltration est d'autant plus facile que ces fissures sont plus nombreuses et, à nombre égal, qu'elles sont plus larges. Pour une position donnée du collecteur de la nappe, la circulation de l'eau dans les fissures des calcaires, au-dessus de la surface piézométrique de la nappe, considérée dans sa position la plus basse, détermine une corrosion chimique des parois des fissures et, par suite, un élargissement de ces fissures. Si le collecteur s'abaisse, il n'est pas forcé que l'élargissement des fissures suive rigoureusement l'abaissement du collecteur. Lorsque celui-ci se trouve fixé à un niveau déterminé, si le travail de corrosion chimique est en retard il se continue alors que la position du collecteur demeure stable. Par suite de l'élargissement des fissures, la nappe descendra de plus en plus bas, entraînant la disparition des émergences.

Deux des cours d'eau du canton de Douvres nous fournissent des exemples manifestes de cet enfouissement des nappes, accompli sous nos yeux, et qui ne peuvent être rattachés qu'à une modification de la perméabilité des calcaires en profondeur.

Le ruisseau de Luc, à la suite d'une période favorable pendant laquelle les précipitations atmosphériques ont été abondantes, est alimenté par des émergences situées un peu en aval de l'église de Douvres. La source pérenne du ruisseau, dont le débit est très faible au commencement de l'automne, est reportée à 2 kilomètres plus bas, au Vieux-Luc. Les émergences temporaires de Douvres fonctionnaient d'une façon constante il y a une cinquantaine d'années. Ces émergences, comme celles de la région crétacée de l'Eure, sont des *mardelles-bétoires* ou des *mardelles-sources* suivant la position de la surface piézométrique de la nappe. Elles étaient exclusivement *mardelles-sources*, quand, pour un volume égal de la nappe, la section des fissures, moins élargies par décalcification, était plus réduite, et quand, par suite, la surface piézométrique était plus relevée.

Le Dan, affluent de la rive gauche de l'Orne, est réduit, pendant l'été, à un tronçon très court, dont l'origine est à Biéville. Suivant le relèvement de la nappe après les pluies, les émergences sont reportées très loin en amont, ordinairement jusqu'au Ponchet, près de Biéville, exceptionnellement jusqu'à Mathieu. Ces émergences étaient pérennes pendant la première moitié du XIX$^e$ siècle; il y avait une cressonnière dans le vallon asséché de Mathieu.

*b)* Le recul des émergences vers l'aval dans les vallées du *Cinglais* tend à substituer au plateau d'architecture tabulaire, fortement incisé sur ses bords, que forment les terrains secondaires, une série d'îlots séparés par les affluents de la rive gauche de l'Orne et de la rive droite de la Laize.

L'érosion superficielle, déterminée par la régularisation des profils longitudinal et transversal de ces affluents, a pour conséquence de réduire la surface occupée par les couches jurassiques qui forment le bassin d'alimentation de la nappe. Par suite, le volume d'eau fourni aux affluents par cette nappe doit diminuer progressivement.

Les progrès de cette érosion superficielle doivent amener dans le Cinglais la disparition complète du revêtement jurassique et, par suite, de la nappe qui est à sa base. Dépouillé de ce revêtement tabulaire perméable, le soubassement paléozoïque imperméable d'architecture plissée continuera d'être traversé par des cours d'eau *surimposés*, empruntant les tracés de ceux de l'ancienne région tabulaire. Mais l'imperméabilité de la pénéplaine paléozoïque ne peut être absolue; sa surface, soumise à l'action des agents atmosphériques, prend une structure fendillée, favorable dans une certaine mesure à la constitution des petites nappes superficielles, alimentant des ruisseaux à régime très irrégulier, mais susceptibles de creuser à la surface de la pléněplaine des sillons plus ou moins importants, dont l'orientation est déterminée par l'affleurement des bandes tendres et des cassures qui les croisent.

Le régime hydrographique du *Cinglais*, caractérisé par la disparition divergente de ses cours d'eau, peu nombreux, mais aux eaux abondantes et à régimes réguliers, alimentés par une nappe puissante à la base d'un revêtement tabulaire, est destiné à être remplacé par le régime hydrographique du *Bocage*, aux cours d'eaux multiples, disposés en réseau plus ou moins orthogonal, à régimes très irréguliers, alimentés par des nappes précaires, logées dans le sommet fissuré des couches paléozoïques.

## CONCLUSIONS

1° Avant le quaternaire supérieur (phase à *Elephas primigenius*), la *Campagne de Caen* était sillonnée de nombreux cours d'eau, alimentés par des émergences situées en tête des vallées asséchées qui sillonnent la région;

2° Les quelques cours d'eau qui prennent naissance dans la *Cam-*

*pagne de Caen* ne sont que les tronçons inférieurs de cours d'eau plus étendus dont les émergences ont reculé vers l'aval ;

3° Ces deux phénomènes — assèchement des vallées et recul des émergences vers l'aval — sont la conséquence d'un abaissement de la surface piézométrique des nappes ;

4° L'abaissement de la surface piézométrique résulte essentiellement de modifications géographiques dues à l'abaissement du niveau des collecteurs des nappes et en particulier de l'encaissement des grands cours d'eau ;

5° Ces modifications géographiques ont été produites par un mouvement eustatique de la région ; celle-ci s'étant trouvée surélevée, — et par suite le niveau de base abaissé, — les cours d'eau ont passé par une phase de rajeunissement, caractérisée par des phénomènes torrentiels et une période active de creusement aboutissant à un encaissement très accentué ;

6° L'abaissement de la surface piézométrique est déterminé en outre : *a)* par l'enfoncement de la nappe par suite de corrosion chimique élargissant les fissures des calcaires et permettant aux eaux infiltrées de pénétrer plus profondément ; — *b)* par la réduction, sous l'action de l'érosion superficielle, de la surface occupée par les bassins d'alimentation des nappes ;

7° Dans le *Cinglais* où les collecteurs sont enfoncés au-dessous de la surface imperméable, les progrès de l'érosion tendent à substituer au régime hydrographique des régions tabulaires perméables un régime hydrographique de région plissée presque imperméable ;

8° La substitution d'une circulation souterraine à une circulation superficielle dans les régions calcaires et en particulier dans la *Campagne de Caen* permet de prévoir l'assèchement de plus en plus accentué de ces régions ; cet assèchement créera dans l'avenir de grandes difficultés au point de vue de l'utilisation de l'eau.

En prévision de ce danger et en présence aussi du véritable gaspillage auquel donne lieu l'utilisation des nappes souterraines, nous formulons la proposition suivante :

*La huitième section du Congrès de l'Association française à Angers émet le vœu que les pouvoirs publics se préoccupent d'assurer, par des mesures s'inspirant de la législation minière, la protection et la conservation des nappes aquifères et d'en régler l'utilisation.*

---

M. A. BIGOT

Professeur de Géologie et Paléontologie à l'Université de Caen

## SUR L'AGE DES GRÈS A SABALITES DE SAINT-SATURNIN (MAINE-ET-LOIRE)

*— Séance du 6 août —*

En 1862, Hébert avait classé dans l'Éocène, au niveau des sables de Beauchamp, les grès à *Sabalites Andegavensis* du Maine et de l'Anjou. Ce classement avait été unanimement admis jusqu'au jour où M. Welsch, en 1897, fit de ces grès un équivalent crétacé du Sénonien, par suite de la présence de Bryozoaires, Spongiaires et Huîtres du Sénonien à la base de ces grès.

A la suite de la communication de M. Welsch, j'ai fait connaître que nous avions constaté, M. Œhlert et moi, dans la localité classique de Fyé (Sarthe), la superposition des grès à Sabalites à des argiles contenant *Potamides lapidum* et de nombreuses Paludestrines.

C'est pour essayer de résoudre cette question que la Section de géologie du Congrès d'Angers l'avait fait figurer au programme de la session et qu'elle a visité la localité de Saint-Saturnin et les collections du Musée paléontologique d'Angers.

Notre visite au Musée d'Angers et les explications très précises de nos confrères, MM. Desmazières et Préaubert nous ont tout d'abord permis de reconnaître que les fossiles sénoniens se trouvent exclusivement à la base des grès et surtout dans un poudingue à gros éléments par lequel débute cette formation. La gangue de grès de ces poudingues réunit des Spongiaires très roulés, des fragments de Trigonies, de petites huîtres roulées, souvent brisées, rapportées par M. Welsch à l'*O. eburnea* Coquand.

Au-dessus de ce lit de poudingue, dont l'épaisseur est de 10 à 20 centimètres, viennent des grès à plantes qui renferment encore des huîtres, mais de petite taille, plus ou moins roulées ou brisées.

Notre excursion à Saint-Saturnin ne nous a pas permis de voir en place le banc de poudingue, et par suite ses relations avec les

assises crétacées qu'il surmonte, mais l'étude des grands blocs du Musée, de ceux que nous avons trouvés à la surface du sol en descendant de Saint-Saturnin à Saint-Sulpice, nous permet d'établir les faits suivants :

1° Tous les fossiles, Spongiaires, Huîtres, Trigonies, Rhynchonelle sont fortement roulés et constituent des galets du poudingue;

2° Les Spongiaires, les Huîtres, une Rhynchonelle, communiquée à M. Welsch par M. Desmazières, sont silicifiés et proviennent du Sénonien;

3° Les Trigonies sont en fragments indéterminables, mais leur aspect est celui des fossiles des *Grès du Maine* et il n'est pas impossible qu'elles proviennent du Cénomanien;

4° Les feuilles qui accompagnent les Huîtres dans les grès au-dessus du poudingue, au lieu de se trouver à plat et entières comme dans les lits sans huîtres, sont enchevêtrées, contournées, déchirées;

5° Les Huîtres qui accompagnent les plantes se trouvent dans de petites lentilles de grès plus grossiers; elles sont classées avec des éléments sableux de densité comparable.

De ces observations, il faut conclure que le poudingue de base est composé de débris remaniés des couches crétacées, — sénoniennes et peut être cénomaniennes, — ravinées par les eaux dans lesquelles se sont déposés les grès à plantes. Les couches crétacées à fossiles silicifiés sont surtout représentées dans les poudingues, parce que leurs éléments avaient une dureté suffisante pour résister au charriage auquel est dû ce poudingue. L'existence exclusive des huîtres dans les grès à plantes s'explique par le mode de formation du dépôt. A ce moment, la vitesse du courant était devenue insuffisante pour charrier des galets comme ceux du poudingue, mais la sédimentation était troublée par des remous capables de plier et déchirer les feuilles des végétaux, charrier des graviers et de petites huîtres (*).

En résumé, la localité de Saint-Saturnin n'apporte aucun argument en faveur de l'âge sénonien des grès à Sabalites de l'Anjou; les observations faites par la Section tendent au contraire à démontrer que ces grès sont éocènes, comme dans la Sarthe, et que les fossiles marins qu'ils contiennent sont remaniés du Crétacé.

(*) Dès 1833, Bertrand Geslin avait signalé la présence d'*Ostrea columba* dans les sables ferrugineux de Noirmoutiers, associés à des grès qui ont fourni à M. Crié la flore des Grès à Sabalites. Ces huîtres sont certainement remaniées des sables crétacés du bassin de Challans.

## M. COSSMANN

Ingénieur chef des Services techniques du Chemin de fer du Nord
à Paris

---

### OBSERVATIONS SUR QUELQUES COQUILLES CRÉTACIQUES RECUEILLIES EN FRANCE

[564:551.77(44)]

6e ARTICLE

---

— *Séance du 6 août* —

NERINELLA FLEXUOSA, Sow. *(Pl. III, fig. 21)*

1831. *Nerinea flexuosa,* Sow. *Geol. Trans.* II, sér. III, pl. XXXVIII, fig. 16.
1836. — — Bronn. Jahrb., p. 563, pl. VI, fig. 19.
1843. — — Goldf. Petref. III, p. 47, pl. CLXXVII, fig. 7.
1850. — — d'Orb. Prod. II, 22e et p. 219.
1852. — — Zekeli. Gaster. Gosau, p. 38, pl. V, fig. 5.

*Rapports et différences.* — Cette espèce de Gosau n'avait pas encore été signalée en France; d'Orbigny a seulement décrit, du Beausset, un autre *Nerinella*, à tours évidés et lisses, ou simplement marqués de stries d'accroissement (*N. subpulchella),* tandis que l'espèce autrichienne porte trois rangées spirales de granulations, dont l'une coïncide avec l'arête suturale. A côté de cette forme, il en existe une autre, à Gosau, qui s'en distingue par ses quatre rangées beaucoup plus fines de granulations, avec d'autres cordonnets encore plus fins, intercalés entre les quatre principaux. Bien que les échantillons de Provence soient, en général, dans un état qui ne permette pas d'y constater facilement d'ornementation spirale, j'ai pu m'assurer, notamment sur le fragment que je fais figurer, que cette ornementation se rapporte plutôt à *N. flexuosa* qu'à *N. granulata* Munst. Quant à *N. gracilis* Zek., c'est une petite coquille plus courte et pupiforme, à tours étroits et non ornés, qui appartient à un tout autre groupe que notre longue coquille cylindrique.

*Gisements.* — Figuières, près le Cap Méjean, pl. III, fig. 21, ma coll. — Coniacien. Saint-Cyr, près Toulon. — Santonien.

GLAUCONIA ALTERNICOSTA, *nov. sp. (Pl. II, fig. 1)*

Taille moyenne; forme très trapue, subconoïdale au sommet; tours à peu près plans, dont la hauteur égale la moitié de la largeur, séparés par des sutures linéaires et peu visibles; ornementation composée de quatre cordons spiraux, déjà inégaux sur les premiers tours; l'antérieur est étroit et peu moduleux; le second est plus large et fortement perlé; le

troisième est moins épais, moins saillant et obtusément muni de nodosités confluentes; le quatrième, en arrière, au-dessus de la suture, forme un ruban convexe, égal au tiers de la hauteur du tour, et il ne porte que des pustules très effacées, écartées; tous ces cordons ou rubans sont séparés par d'étroites rainures qui ne s'élargissent que sur le dernier tour, vers la périphérie de la base qui est convexe et munie de trois gros cordons.

*Dimensions.* — Longueur probable : 42 millimètres; diamètre : 21 millimètres.

*Rapports et différences.* — Cette espèce est évidemment très voisine de *G. provincialis* et j'ai même hésité à n'en faire qu'une variété; mais j'ai constaté que son ornementation, à cordons alternativement gros et minces, existe à tout âge, au lieu que, sur les derniers tours de l'autre coquille, il n'y a plus que deux forts cordons suturaux, avec des filets médiaux. En outre, *G. alternicosta* atteint une plus grande taille et paraît plus conique, plus évasé. Je n'en connais malheureusement que des fragments plus ou moins incomplets, ne montrant aucun des caractères de l'ouverture. On la distingue de *G. Coquandiana*, par le nombre et l'inégalité de ses cordons.

*Localité.* — Tourris (Var); type *(Pl. II, fig. 1)*, ma coll.; peu rare en fragments, recueilli par M. Michalet. — Coniacien.

### NATICA PERONI, *nov. sp. (Pl. II, fig. 4-5)*

Taille petite; forme globuleuse, déprimée; spire très courte, peu saillante; cinq ou six tours étroits, convexes, séparés par de profondes sutures que borde une rampe déclive, un peu excavée, avec de nombreux plis d'accroissement très obliques. Dernier tour formant presque toute la coquille, arrondi, portant encore la trace des plis d'accroissement, moins visibles cependant que sur la rampe suturale; base convexe, très largement ombiliquée, avec un angle obtus autour de l'entonnoir, surtout du côté antérieur où cet angle se transforme en une sorte de carène émoussée qui rejoint le contour supérieur de l'ouverture semi-lunaire; labre oblique; bord columellaire épaissi, non réfléchi sur l'ombilic.

*Dimensions.* — Hauteur et largeur : 15 millimètres au maximum.

*Rapports et différences.* — Quand cette espèce n'a pas conservé son test, il est très difficile de la séparer de *N. lirata* Sow. que j'ai précédemment (Congr. de Carthage, 1896) décrit et qui se trouve aussi dans la même localité; on pourrait croire, en effet, que *N. Peroni* n'en est qu'une variété un peu écrasée. Mais, en comparant des échantillons munis de leur test, tels que ceux que je fais figurer comme types de l'espèce, on s'aperçoit immédiatement que notre nouvelle coquille a la spire beaucoup moins saillante, que ses tours sont plus enfoncés à la suture, avec des plis obliques qui paraissent faire défaut à l'autre espèce. *N. Peroni* a plutôt le galbe de *N. lirata*, figuré dans l'Atlas de Zekeli, ou plutôt de la coquille de ce gisement intitulée *N. semiglobosa* et que Stoliczka déclare n'être qu'une variété comprimée de *N. lirata.* L'une comme l'autre

paraissent avoir l'ombilic moins infundibuliforme que *N. Peroni* qui, à ce point de vue, ressemblerait presque à un *Gyrodes*.

*Localités.* — Sougraigne (Aude); types *(Pl. II, fig. 4-5)*, ma coll.; plus rare que *N. lirata*, coll. de Grossouvre. — Santonien inférieur.

NERITA FOURNELI Bayle *(Pl. II, fig. 9, et Pl. III, fig. 19)*

1849. *Natica Fourneli*, Bayle *in* Fournel. Rich. miner. Alg. p. 364, pl. XVII, fig. 8-10.
1862. *Otostoma Fourneli*, Coquand. Géol. prov. Const, p. 180, pl. IV, fig. 11-12.
1870. *Otostoma Fourneli*, Nicaise, Catal. anim. foss. Alger, p. 68.
1879. *Nerita Fourneli*, Coquand. Études supplém., p. 62.
1883. — Peron. Assoc. franc. Congr. Rouen, p. 8 (tir. à part).
1889. — Peron. Desc. moll. crét. Tunisie, p. 41.

Taille moyenne; forme oblongue dans le sens transversal; spire très courte, sans saillie, à suture peu visible. Dernier tour formant toute la coquille, orné, à la partie inférieure et sur la rampe déprimée qui borde la suture, de côtes antécurrentes, saillantes et aplaties, lisses, un peu plus étroites que leurs intervalles, dans lesquels on compte cinq ou six filets axiaux, minces et fasciculés; un peu au-dessous de la moitié de la hauteur du dernier tour, ces côtes cessent subitement et sont remplacées par un nombre deux fois plus considérable de petites côtes minces et crénelées, dans les intervalles desquelles se prolongent ceux des filets qui ne se sont pas anastomosés en côtes. Cette ornementation continue sur la base qui est convexe; bord columellaire droit et crénelé (*fide* Peron).

*Dimensions.* — Hauteur : 13 millimètres; largeur transversale : 20 millimètres.

*Observations.* — Il m'a paru intéressant de donner une figure de cette coquille, qui n'a été représentée que dans des ouvrages anciens et peu répandus. Le dimorphisme de son ornementation est tout à fait caractéristique et ne se retrouve pas chez *N. Archiaci* Coquand. D'après M. Peron, qui a particulièrement étudié les formes confondues sous la dénomination *Otostoma*, le bord columellaire de cette coquille a complètement la disposition de celui des *Nerita*; je n'ai pu vérifier ce caractère sur mes échantillons.

*Localités.* — Les Tamarins = M'zab-el-Messai (Algérie); plésiotype *(Pl. II, fig. 9; et Pl. III, fig. 19)*, ma coll.; deux individus recueillis par M. Michalet. — Santonien.

NERITA GROSSOUVREI, *nov. sp.* *(Pl. II, fig. 7-8)*

Taille petite; forme globuleuse, peu allongée dans le sens transversal; spire courte, à peine saillante; quatre tours convexes, séparés par une suture subcanaliculée. Dernier tour formant presque toute la coquille, orné en arrière de nombreuses côtes obliques et antécurrentes, à peine plus minces que leurs interstices, dans lesquels on aperçoit quelques filets

axiaux et très fins; de place en place, ces côtes se dédoublent, ou bien elles s'épaississent vers le quart inférieur de la hauteur, puis, vers la moitié, elles se dédoublent toutes et la région antérieure est traversée par des dépressions spirales qui produisent des crénelures allongées axialement sur les costules. Base bombée et plus obtusément crénelée.

*Dimensions.* — Hauteur : 9 millimètres; largeur transversale : 11 millimètres.

*Rapports et différences.* — Il est incontestable que cette coquille ressemble beaucoup à *N. Fourneli* et c'est également l'avis de notre savant confrère, M. Peron, qui l'a eue entre les mains avant moi; toutefois, comme on peut s'en rendre compte en examinant la figure de l'espèce algérienne que j'ai précisément fait figurer à cet effet, *N. Grossouvrei* est moins allongé transversalement; sa spire est un peu plus saillante, moins rapidement déroulée, presque sans dépression aux abords de la suture qui est simplement canaliculée. Quant à l'ornementation, elle est moins grossière en arrière : les côtes, moitié moins larges et deux fois plus nombreuses, se dédoublent bientôt et celles qui leur succèdent, sur la région antérieure du dernier tour, sont découpées par des dépressions spirales moins rapprochées, de sorte que les crénelures sont axialement allongées, au lieu d'être subgranuleuses. On peut aussi rapprocher cette espèce de *N. rugosa* Hœn., du moins telle que Zekeli l'a interprété dans sa Monographie de Gosau; toutefois la coquille tyrolienne a des rugosités bien plus fines sur la région antérieure.

*Localité.* — Abbaye de Fontfroide (Aude); unique *(Pl. II, fig. 7-8)*, coll. de Grossouvre. — Santonien inférieur.

NERITA CYRIENSIS, *nov. sp. (Pl. II, fig. 6; et Pl. III, fig. 18)*

Taille petite; forme globuleuse; spire sans saillie, formant un faible bombement au centre d'une cuvette circulaire constituée par la rampe aplatie ou subexcavée qui borde la suture. Dernier tour formant toute la coquille, subanguleux à la périphérie de la rampe suturale, puis légèrement vers le tiers inférieur, et enfin obtusément à la périphérie de la base. Ornementation composée : sur la rampe, de plis d'accroissement fins et antécurrents; sur la région inférieure et jusqu'à l'angle situé au tiers de la hauteur, de rangées axiales et obliques de granulations; sur l'angle, ces granulations sont plus grosses et géminées et, au-dessus, elles paraissent former plutôt des rangées spirales qui se prolongent concentriquement sur la base.

*Dimensions.* — Hauteur : 7 millimètres; largeur transversale : 8 millimètres.

*Rapports et différences.* — Encore plus globuleuse que *N. Grossouvrei,* elle s'en distingue par sa spire aplatie et par ses costules crénelées même en arrière, avec des rangées spirales de granulations en avant. Si on la compare à *N. rugosa,* on trouve que son ornementation est moins fine et que sa rampe, aplatie en arrière, l'en différencie complètement. Ce dernier caractère, bien conforme au galbe de tout un groupe de *Nerita,* ne permet

pas de rapprocher notre espèce de certains *Neritopsis* granuleux, tels que *N. allaudiensis* par exemple, précédemment décrit par moi dans une communication faite au Congrès de Carthage; aussi, bien que je n'en connaisse pas l'ouverture, je crois pouvoir affirmer que c'est bien un *Nerita* et que ce n'est pas un *Neritopsis* à bord columellaire échancré.

*Localité.* — Saint-Cyr (Var); unique *(Pl. II, fig. 6; et Pl. III, fig. 18)*, ma coll., échantillon recueilli par M. Michalet. — Santonien, près de la couche, à *Ostrea proboscidea*, dans un gisement bien au-dessus de celui qui a fourni les espèces coniaciennes.

EUCYCLUS LAPEYROUSEI d'Arch. *(Pl. II, fig. 10-12)*

1854. *Trochus Lapeyrousei*, d'Arch., *loc. cit.*, p. 219, pl. III, fig. 10.

Taille un peu au-dessous de la moyenne; forme conique, brochoïde; spire peu allongée, non étagée (*fide* d'Arch.), huit tours plans, subimbriqués en avant, dont la hauteur égale la moitié de la largeur, séparés par des sutures largement canaliculées entre deux rampes déclives; bords des deux rampes formant chacun une carène subépineuse, l'antérieure plus saillante, avec des tubulures plus écartées que celles de l'inférieure; entre les deux, sur la région plane, trois funicules spiraux, intermédiaires, granuleux à l'intersection de plis axiaux et obliques; sur la rampe antérieure, deux rangées inégales de fines granulations; sur la rampe postérieure se prolongent les plis axiaux et antécurrents. Dernier tour grand, à base convexe au-dessus de la carène tubulée et périphérique, creusée au centre où elle est imperforée, ornée partout de cordons concentriques très déviés et finement granuleux. Ouverture subcirculaire, dans un plan oblique; columelle un peu cailleuse.

*Dimensions.* — Hauteur : 18 millimètres; diamètre : 14 millimètres.

*Observations.* — D'Archiac a donné deux figures dissemblables de cette coquille, qui se rencontre dans les gisements de l'Aude, en compagnie d'un autre *Eucyclus* encore plus abondant et qu'il faut nécessairement séparer d'elle; pour fixer à laquelle des deux formes doit être appliqué le nom *Lapeyrousei*, j'ai donc dû m'en rapporter au texte, attendu que ses figures avaient évidemment été restaurées avec des fragments appartenant aux deux espèces. Il est donc entendu que *E. Lapeyrousei* est la coquille à tours plans, avec des funicules serrés, et à base concentriquement sillonnée. L'attribution de cette coquille au genre *Eucyclus* n'est d'ailleurs pas douteuse et établit une transition entre les formes jurassiques et celles de l'Eocène.

*Localité.* — Sougraigne (Aude); néotypes (*Pl. II, fig. 10-12*), ma coll.; peu rare, recueilli par M. de Grossouvre. — Santonien inférieur.

EUCYCLUS EXTRACTUS, *nov. sp.* *(Pl. II, fig. 15-17)*

Taille un peu au-dessous de la moyenne; forme trochoturbinée; spire peu allongée, subétagée; sept ou huit tours bianguleux, excavés entre les deux angles et de part et d'autre de la suture, la rampe inférieure plus

large et plus déclive que l'antérieure; chacun des deux angles est muni d'une garniture de crénelures tubulées et, entre les deux, on n'aperçoit pas de funicule intermédiaire, mais seulement une troisième rangée de crénelures sur la rampe antérieure, en avant de la carène. Dernier tour égal à la moitié de la hauteur totale, portant une rangée secondaire entre les deux rangs principaux de tubulures, arrondi à la base, qui est élevée et convexe, imperforée et déprimée au centre, ornée de plis rayonnants que croisent trois cordonnets grossièrement granulés. Ouverture circulaire, oblique.

*Dimensions.* — Hauteur : 18 millimètres; diamètre : 14 millimètres.

*Rapports et différences.* — Cette espèce, très commune dans l'Aude, est généralement confondue avec la précédente, quoiqu'elle s'en distingue aisément, si on l'examine avec un peu d'attention. D'abord, elle a une forme plus turbinée, moins trochoïde; ensuite ses tours ne sont pas ornés de la même manière : malgré l'état défectueux de la plupart des échantillons recueillis, on remarque que les tours ne sont pas plans et ornés de quatre cordons granuleux; les carènes sont plus tubulées et leur intervalle paraît dépourvu d'ornementation spirale ou axiale; cependant il doit y avoir un funicule intermédiaire, car on le retrouve assez saillant sur le dernier tour. Enfin c'est surtout par l'aspect de la base qu'on peut immédiatement séparer les deux espèces : au lieu des filets simples et concentriques d'*E. Laperousei*, celle-ci porte des plis rayonnants, curvilignes, et quelques gros cordons granuleux et écartés, qui laissent une trace bien différente, même quand le test est à demi décortiqué; la base, quoique imperforée au centre, est moins déprimée que dans l'espèce de d'Archiac.

*Localité.* — Sougraigne (Aude); types *(Pl. II, fig. 15-17)*, ma coll.; commun, recueilli par M. de Grossouvre. — Santonien inférieur.

EUCYCLUS TABULATUS, *nov. sp. (Pl. III, fig. 1-2)*

Taille assez grande; forme turbinée, trapue; spire peu allongée, très étagée; six ou sept tours très anguleux, dont la hauteur égale les deux cinquièmes de la largeur, séparés par des sutures très enfoncées, ornés : sur la région plane antérieure, de trois cordons spiraux égaux avec des tubulures courtes et serrées; sur la rampe déclive inférieure, de deux rangées écartées d'aspérités peu saillantes, plus espacées, semblables à des tubulures qu'on aurait rasées à leur base. Dernier tour un peu supérieur à la moitié de la hauteur totale, portant un quatrième cordon crénelé à la périphérie arrondie de la base, qui est ornée de cinq cordonnets finement granuleux sur la région convexe, tandis que le centre, plus déprimé, paraît imperforé et lisse. Ouverture subcirculaire, à péristome oblique et épais.

*Dimensions.* — Hauteur : 31 millimètres; diamètre : 29 millimètres.

*Rapports et différences.* — Bien que cette belle coquille ait de nombreuses affinités avec les deux autres *Eucyclus* recueillis dans le même gisement, elle doit évidemment en être séparée, non seulement à cause de sa taille

plus grande et de ses tours franchement étagés par une rampe postérieure sans rampe antérieure, mais surtout à cause de son ornementation, qui comporte trois cordons égaux, y compris celui qui couronne l'angle de la rampe; sa base est simplement ornée de cordons spiraux, dépourvue des plis qui caractérisent *E. extractus*; mais ces cordons sont moins nombreux et plus saillants que les filets qui ornent la base d'*E. Lapeyrousei*. On ne peut donc réellement pas admettre que cette espèce soit une variété plus adulte de l'une des deux autres et elle mérite bien d'en être distinguée. Si on la compare à *Delphinula tricarinata* Rœmer, de la Craie de l'Allemagne du Nord, récemment figuré par M. A. Wollemann dans les « Abhandl. geol. Laudesanstalt », on remarque que ce dernier est plus étagé, avec de larges rampes plates au-dessus des sutures.

*Localité.* — Sougraigne; type *(Pl. III, fig. 1-2)*, ma coll.; un autre individu, coll. de Grossouvre. — Santonien inférieur.

### Trochus (*Tectus*) sougraignensis, *nov. sp. (Pl. III, fig. 4-5)*

Taille moyenne; forme régulière, à galbe un peu extraconique; spire un peu allongée, pointue au sommet; environ douze tours légèrement excavés, dont la hauteur n'égale pas tout à fait le quart de la largeur, séparés par des sutures linéaires, au-dessous desquelles est un renflement obtus et muni de pustules écartées, très obsolètes; sur les premiers tours, on aperçoit, en outre, dans la région située au-dessous de ce renflement antérieur, quelques stries spirales qui finissent par disparaître complètement. Dernier tour peu élevé, égal au quart de la hauteur totale, caréné à la périphérie de la base qui est plane, imperforée, presque lisse, simplement ornée vers le centre de quelques sillons concentriques. Ouverture quadrangulaire, avec un gros tubercule à la base de la columelle.

*Dimensions.* — Hauteur : 16 millimètres; diamètre : 14 millimètres 1/2.

*Rapports et différences.* — Cette intéressante coquille, qui appartient manifestement au Sous-Genre *Tectus*, rappelle un peu, par son galbe et par sa carène tuberculeuse en avant, *Trochus Guerangeri*, du Cénomanien du Mans; toutefois elle est moins élancée et son ornementation ne persiste pas comme celle de l'espèce cénomanienne. On peut encore la rapprocher de *E. substriatulus* d'Orb., du Néocomien de l'Yonne et de l'Aube, quoiqu'elle s'en distingue par sa carène plus obtuse et tuberculeuse, par ses tours moins ornés et par son galbe extraconique. La figure de la Paléontologie française n'indique pas de tubercule columellaire, mais M. Peron en mentionne l'existence sur les échantillons de l'Yonne.

*Localité.* — Sougraigne (Aude); type (*Pl. III, fig. 4-5*), ma coll.; autre individu du Moulin-Tiffau, coll. de Grossouvre. — Santonien inférieur.

### Trochus (*Tectus*) Michaleti, *nov. sp. (Pl. III, fig. 3)*

Taille moyenne; forme conique; spire un peu allongée; sept ou huit tours convexes en avant, excavés en arrière, dont la hauteur égale à peine le tiers de la largeur, séparés par des sutures linéaires, ornés de filets spi-

raux, peu apparents, et de plis d'accroissement obliques, fasciculés vers la suture au-dessus de laquelle se forme un léger bourrelet très obtusément crénelé. Dernier tour inférieur à la moitié de la hauteur totale, arrondi à la périphérie de la base, qui est excavée et imperforée au centre, avec quelques filets concentriques, minces et saillants. Ouverture subquadrangulaire, peu élevée, à labre oblique; columelle calleuse, droite, paraissant terminée en avant par un tubercule assez gros.

*Dimensions.* — Hauteur : 27 millimètres; diamètre : 22 millimètres.

*Rapports et différences.* — On ne peut guère comparer cette espèce à la précédente, dont elle se distingue par ses tours concavo-convexes, par sa base non carénée et par son ornementation. Bien que la partie antérieure de l'ouverture soit un peu mutilée et que l'existence d'un tubercule columellaire n'ait pu être exactement constatée sur notre unique échantillon, il paraît bien probable, par l'allure de la partie inférieure de la columelle, que c'est bien une coquille du Sous-Genre *Tectus*, de même que *T. Sougraignensis*; les *Trochidæ* sont d'ailleurs rares dans les couches supérieures du système crétacique, aussi bien sur le versant méditerranéen que dans la région nord de l'Europe.

*Localité.* — Figuières (Bouches-du-Rhône); unique (*Pl. III, fig. 3*), ma coll. — Coniacien.

CALLIOSTOMA MASSILIENSE, *nov. sp.* (*Pl. II, fig. 13-14*)

Taille petite; forme parfaitement conique, évasée; spire assez courte, continue; environ six tours plans, dont la hauteur égale le quart de la largeur, séparés par des sutures linéaires, ornés de quatre cordonnets spiraux, assez serrés, granuleux, l'antérieur un peu plus saillant et plus écarté de la suture que les autres ne le sont entre eux. Dernier tour à peu près égal à la moitié de la hauteur totale, caréné à la périphérie de la base, qui est lisse, excavée, imperforée au centre. Ouverture petite, déprimée, à péristome mince, un peu découvert à la base; labre très oblique; bord columellaire très court, arqué, dépourvu de tubercule antérieur.

*Dimensions.* — Hauteur : 9 millimètres; diamètre : 8 millimètres.

*Rapports et différences.* — Quoique cette espèce ait complètement l'aspect classique des *Calliostoma*, je ne vois pas, parmi les *Trochus* décrits dans la *Paléontologie française des terrains crétacés*, de forme dont on puisse la rapprocher : *T. difficilis* d'Orb., de Royan, est une grande espèce dont l'ornementation paraît la même, mais dont les autres caractères sont imparfaitement connus; *T. haimeanus* d'Orb., simplement signalé dans le Prodrome et interprété dans l'excellente *Monographie du Néocomien de l'Yonne* par M. Peron, ressemble aussi à notre espèce, quoiqu'il ait une plus grande taille; mais sa base est élégamment treillissée et légèrement convexe; enfin, M. Peron signale l'existence, sur le bord columellaire, d'une dent bifide qui place évidemment l'espèce de d'Orbigny dans un groupe de *Trochidæ* absolument différent du Genre *Calliostoma*. Dans la description des Mollusques crétaciques de Tunisie, il y a aussi un

*T. cherbensis* Thom. et Peron, qui a le même galbe et la base lisse, presque creuse, mais avec beaucoup plus de stries spirales sur chaque tour. Enfin, *T. plicato-granulosus,* de Gosau, qui a aussi quatre cordons granuleux, a la base plan-convexe et ombiliquée; en outre, le cordon antérieur est le plus petit.

*Localité.* — Cap Méjean, près de Marseille; unique (*Pl. II, fig. 13-14*), ma coll.; recueilli par M. Michalet. — Coniacien (= Provencien, Coq.).

## MICHALETIA, *nov. gen.*

Taille moyenne; galbe rotelliforme; spire un peu conique, ou solarioïde, généralement ornée; base lisse, imperforée, non calleuse; ouverture assez grande, subcirculaire à l'intérieur, très oblique et découverte; labre mince, lisse à l'intérieur; columelle oblique, encroûtée sur le bord, dont l'épaississement se réfléchit avant de s'attacher sur la base.

Type : *M. semigranulata, nov. sp.*

*Observations.* — Il m'a été impossible de classer cette espèce dans aucun des genres connus de *Trochidæ*; par ses caractères, notre nouveau G. *Michaletia* vient se placer entre *Gibbula* et *Umbonium* : toutefois sa base est dépourvue de la callosité qui caractérise le second de ces Genres et du disque ombiliqué qui existe chez la plupart des formes de *Gibbula*; le G. vivant *Livona,* qui a également un galbe semblable, possède un ombilic et est lisse comme *Umbonium* et comme *Ethalia.* D'ailleurs, il n'existe pas d'*Umbonium*, ni de forme voisine, dans l'Éocène; il est donc probable que la plupart des Rotelles secondaires ou paléozoïques appartiennent à des Genres bien distincts de la forme vivante. Déjà, l'espèce triasique figurée dans la *Monographie de Saint-Cassian,* par M. Kittl (*U. heliçoides* Munst.), a une base excavée qui ne ressemble guère au bombement de la callosité des vrais *Umbonium*; toutefois, je ne pourrais affirmer que, chez l'espèce triasique, le bord columellaire, qui paraît cependant calleux sur la figure très exacte de l'ouvrage de M. Kittl, présente bien cet épaississement caractéristique, en forme de bouton, de notre nouveau Genre *Michaletia* qui, à ce point de vue, est tout à fait comparable à ce qu'on observe dans *Trochotoma,* chez lesquels on remarque une saillie tuberculeuse au point d'attache du bord columellaire; seulement les autres caractères ne sont pas comparables : il n'y a aucune trace de fente chez *Michaletia*, qui a une véritable columelle pleine, au lieu de l'emboîtement successif des tours de *Trochotoma.*

### MICHALETIA SEMIGRANULATA, *nov. sp. (Pl. III, fig. 6, 7 et 18)*

Taille moyenne; forme déprimée, solarioïde ou rotelloïde; spire courte, un peu extra-conique ou proboscidiforme au sommet, conoïdale et surbaissée sur les derniers tours; cinq ou six tours, formant d'abord une saillie conique, puis légèrement convexes et plus larges, ornés de quatre ou cinq cordons spiraux et granuleux, séparés par des sutures peu distinctes. Dernier tour égal aux deux tiers de la hauteur totale, muni de

six rangées spirales de fines granulations, jusqu'à la périphérie arrondie de la base qui est lisse, excavée au centre et imperforée. Ouverture, comme dans la diagnose du Genre, à contour basal un peu convexe, sinueux et excavé dans la région où il se raccorde à celui du labre qui est concave et assez oblique vers la suture.

*Dimensions.* — Hauteur : 10 millimètres; diamètre : 13 millimètres.

*Rapports et différences.* — Ainsi que je l'ai indiqué ci-dessus, je ne vois guère de formes crétaciques, déjà décrites, dont on puisse rapprocher l'espèce type de notre nouveau Genre; cependant, il en est une que j'ai déjà signalée et figurée en 1896 (Congrès de Carthage) et dont la comparaison donne lieu à quelques hésitations : c'est *Delphinula* (?) *granulata* Zek. (*loc. cit.*, p. 22, *Pl. II, fig. 30-31*), recueilli en France à peu près au même niveau que nos *Michaletia*, c'est-à-dire dans le Coniacien d'Allauch; elle présente aussi une base imperforée, excavée au centre où la columelle prend son point d'attache; mais, outre que cette base n'est pas lisse, je ne distingue pas dans la disposition du bord columellaire cette torsion épaissie et réfléchie qui caractérise *Michaletia*; en outre, la spire est plus turbinée, moins solarioïde et surtout moins dimorphe sur les premiers tours. En définitive, non seulement il y a des caractères spécifiques bien distincts, mais je ne crois même pas que ce soit le même Genre.

*Localités.* — Figuières (Bouches-du-Rhône), type *(Pl. III, fig. 6, 7 et 18)*, ma coll.; Saint-Cyr (Var), plésiotypes plus déformés; échantillons recueillis par M. Michalet. — Coniacien inférieur (= Mornasien, Coq.).

TROCHUS, *sp. sinistra* (*Pl. III, fig. 8*)

*Observations.* — Je crois utile et intéressant de signaler et de faire figurer cette coquille, bien qu'elle ne soit pas dans un état de conservation qui me permette de lui donner un nom spécifique, ni d'affirmer qu'elle appartient au Sous-Genre *Tectus* ou au Genre *Calliostoma.* L'échantillon est senestre, fait assez rare chez les *Trochidæ*; mais, comme il est unique, je ne sais si c'est un caractère spécifique ou un fait individuel. Les tours, un peu imbriqués en avant, portent quatre cordons spiraux, chargés de granulations, assez fines sur les trois cordons inférieurs, plus espacées et plus grosses sur le cordon antérieur qui est plus saillant et qui coïncide avec l'angle imbriqué. La base, subanguleuse à la périphérie, est ornée d'une douzaine de cordons concentriques, lisses, plus écartés à mesure qu'ils approchent du centre qui est imperforé.

*Dimensions.* — Largeur probable : 28 millimètres; diamètre : 20 millimètres.

*Localité.* — Figuières (Bouches-du-Rhône); unique (*Pl. III. fig. 8*), ma coll.; recueilli par M. Michalet. — Coniacien inférieur.

COLLONIA (?) PILULA, Cossm. (*Pl. III, fig. 9-10*)

1898. Assoc. franç., Congrès de Nantes, p. 7, pl. II, fig. 22-24.

*Observations.* — L'unique échantillon du gisement de Saint-Cyr, que j'ai

précédemment figuré, était un peu usé, de sorte qu'on n'apercevait pas très nettement l'ornementation spirale. De nouveaux exemplaires de cette petite espèce, recueillis par M. Michalet à Figuières, dans un gisement contemporain, me permettent de compléter la description : les tours sont convexes en avant, déprimés ou excavés sur la moitié inférieure, jusqu'aux sutures qui sont linéaires et faiblement bordées en dessus. Sur cette rampe excavée, on distingue cinq sillons spiraux, peu profonds, assez rapprochés, tandis que la région antérieure paraît lisse, de même que la base; au centre de celle-ci, est une minuscule perforation, sans aucune trace de funicule; enfin le bord columellaire forme une oreillette dilatée sur la face interne de laquelle on distingue un sillon très obsolète. Ces deux derniers caractères me font penser que cette coquille n'est pas un *Collonia* et que ce serait plutôt le précurseur des *Leptothyra*, Section *Otaulax*.

*Localité.* — Figuières (Bouches-du-Rhône); plésiotypes (*Pl. III, fig. 9-10*), ma coll.; recueillis par M. Michalet. — Coniacien inférieur (= Mornasien, Coq.).

### CHILODONTA MARÇAISI, d'Orb. (*Pl. III, fig. 14-16*)

1842. *Trochus Marçaisi*, d'Orb. Pal. fr. terr. crét. II, p. 190, pl. CLXXXVI *bis*, fig. 19.
1850. *Trochus Marçaisi*, d'Orb. Prod. II, 20 ét. p. 151, n° 107.
1867. — — Guéranger, Alb. pal. Sarthe, p. 16, pl. X, fig. 16.

Taille au-dessous de la moyenne; forme turbinée, peu ventrue; spire un peu allongée, à galbe conoïdal; environ six tours convexes, dont la hauteur atteint presque la moitié de la largeur, séparés par des sutures canaliculées, treillissés par cinq côtes spirales plus écartées en avant qu'en arrière et par des costules obliques, à l'intersection desquelles il y a des granulations régulières. Dernier tour à peu près égal aux deux tiers de la hauteur totale, obtusément anguleux à la périphérie de la base à cause de la saillie plus grande des nodosités de la chaînette périphérique; base un peu convexe, imperforée, ornée de sept cordons concentriques, finement granuleux. Ouverture à peu près circulaire, très oblique, avec six crénelures internes, allongées, également espacées sur les bords.

*Dimensions.* — Hauteur : 7 millimètres 1/2; diamètre : 6 millimètres.

*Rapports et différences.* — Cette jolie coquille, — qui n'est évidemment ni un *Trochus*, ni un *Turbo*, et qui a été imparfaitement restaurée dans la Paléont. française, puis figurée avec l'ouverture dans l'ombre par Guéranger dans son Album paléontologique du Département de la Sarthe, — a complètement le galbe, l'ornementation et l'ouverture tuberculeuse du Genre *Chilodonta* Étallon, dont le type est *C. clathrata*, du Jurassique supérieur. Toutefois, la coquille cénomanienne ne porte aucune trace de varices, ni sur la surface des tours, ni à l'extérieur du labre; en outre, les dents internes du péristome ne paraissent pas aussi tuberculeuses que celles du type kiméridgien, figuré par M. de Loriol dans son Étude sur Valfin. Ces différences légères ne paraissent pas suffisantes pour exclure *Trochus Marçaisi* du Genre jusqu'à présent confiné dans le Kiméridgien.

*Localités.* — Gazonfier (Sarthe); néotype (*Pl. III, fig. 14-16*), ma coll. — Cénomanien.

DENTALIUM SOUGRAIGNENSE *nov. sp.* (*Pl. III, fig. 12-13*)

Taille au-dessous de la moyenne; tube peu arqué, orné d'environ 16 côtes longitudinales assez saillantes vers le sommet et dans les intervalles desquelles apparaissent ensuite d'autres costules plus fines, qui finissent par égaler les premières, de sorte que la partie antérieure de la coquille porte une trentaine de petites côtes égales.

*Dimensions.* — Longueur probable : 25 millimètres; diamètre : 4 millimètres.

*Rapports et différences.* — Aucun des échantillons ne montre le sommet intact; il m'est impossible de vérifier s'il existe une fissure et par conséquent de savoir si cette espèce est un *Dentalium s. s.* ou un *Entalis*. En tous cas, elle possède beaucoup moins de côtes que *D. octevillense*, que j'ai précédemment décrit du Cénomanien (V. Assoc. franç., Congrès de Nantes, 1898). *D. rhotomagense* d'Orb., est orné de côtes plus régulièrement alternées en avant, et les principales sont plus saillantes. *D. nudum* Zek., du Turonien supérieur de Gosau, est indiqué comme lisse et ne peut par suite être rapproché de notre coquille. Parmi les Dentales d'Aix-la-Chapelle, seul *D. alternans* Mull. pourrait être comparé à *D. Sougraignense*; toutefois, ses côtes paraissent plus saillantes et plus régulièrement alternées. Dans l'Emscherien supérieur de Maëstricht, M. Kaunhowen décrit deux espèces, dont l'une n'a que six pans et dont l'autre (*D. angulare*) ne porte que huit à dix côtes, de sorte qu'il n'y a aucune confusion possible avec *D. sougraignense*.

*Localité.* — Sougraigne (Aude); types (*Pl. III, fig. 12-13*), ma coll.; peu rare, recueilli par M. de Grossouvre. — Santonien inférieur.

*An* PTEROPODA *vel* CEPHALOPODA (?) (*Pl. III, fig. 19*)

*Observations.* — Je crois intéressant de faire figurer un corps singulier trouvé dans la Craie blanche par M. Thiot, aux environs de Beauvais, et qui, par la minceur du test, paraît se rapprocher des Ptéropodes; sa forme en hotte mucronée ressemble d'ailleurs à celle des Vaginelles; mais, au lieu d'un galbe comprimé, il a une périphérie à peu près circulaire; en outre, la pointe mucronée paraît épaisse comme le rostre d'un Céphalopode, et il semble que la surface en est longitudinalement striée. Le classement de ce corps est trop incertain pour qu'on puisse se hasarder à y mettre un nom spécifique, et je suis d'avis qu'il faut attendre d'autres matériaux avant de se prononcer définitivement.

*Localité.* — Notre-Dame du Thil, près Beauvais, unique (*Pl. III, fig. 19*), recueilli par M. Thiot. — Emschérien supérieur.

## LÉGENDE DES PLANCHES

*Planche II*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Fig. 1. | — GLAUCONIA ALTERNICOSTA, Cossm., grandeur naturelle . | Tourris. . . . . | *Coniac.* |
| — 2-3. | — CAMPANILE GROSSOUVREI, Cossm., grandeur naturelle . | Sougraigne . . | *Sant.* |
| — 4-5. | — NATICA PERONI, Cossm., grossi 8 fois . . . . . . . . . . . . | — | — |
| — 6. | — NERITA CYRIENSIS, Cossm., grossi 3 fois. . . . . . . . . | Saint-Cyr. . . . | — |
| — 7-8. | — NERITA GROSSOUVREI, Cossm., grossi 2 fois. . . . . . . . . | Fontfroide . . . | — |
| — 9. | — NERITA FOURNELI (Bayle), grossi 1 fois 1/2 . . . . . . . . . . | Les Tamarins . | — |
| — 10-12. | — EUCYCLUS LAPEYROUSEI (d'Arch.), grossi 1 fois 1/2 . . | Sougraigne . . | — |
| — 13-14. | — CALLIOSTOMA MASSILIENSE Cossm., grossi 2 fois . . . . | Cap Méjean . . | *Coniac.* |
| — 15-17. | — EUCYCLUS EXTRACTUS, Cossm., grandeur naturelle. . . . . . | Sougraigne . . | *Sant.* |

*Planche III*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Fig. 1-2. | — EUCYCLUS TABULATUS, Cossm., grossi 2 fois. . . . . . . . . | Sougraigne . . | *Sant.* |
| — 3. | — TROCHUS (*Tectus*) MICHALETI, Cossm., grandeur naturelle . | Figuières. . . . | *Coniac.* |
| — 4-5. | — TROCHUS (*Tectus*) SOUGRAIGNENSIS, Cossm., grandeur naturelle . . . . . . . . . . . . | Sougraigne . . | *Sant.* |
| — 6-7 et 17. | — MICHALETIA SEMIGRANULATA, Cossm., grossi 1 fois 1/2. . | Figuières. . . . | *Coniac.* |
| — 8. | — TROCHUS (*sp. sinistra*), grandeur naturelle. . . . . . . . | — . . . . | — |
| — 9-10. | — COLLONIA PILULA, Cossmann, grossi 8 fois. . . . . . . . . | — . . . . | — |
| — 11 | — NERITA FOURNELI (Bayle), grossi 1 fois 1/2 . . . . . . . . . . | Les Tamarins . | *Sant.* |
| — 12-13. | — DENTALIUM SOUGRAIGNENSE, Cossm., grossi 2 fois . . . . | Sougraigne . . | *Sant.* |
| — 14-16. | — CHILODONTA MARÇAISI (d'Orb)., grossi 2 fois. . . . . . . . . | Gazonfier . . . | *Cénom.* |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Fig. | 18. — NERITA CYRIENSIS, Cossm., grossi 8 fois . . . . . . . . | Saint-Cyr. . . . | *Sant.* |
| — | 19. — *An* PTEROPODA, *vel* CEPHALOPODA?, grossi 1 fois 1/2 . . . | N.-D. du Thil. . | *Emsch.* |
| — | 20. — MESORHYTIS CRENATA, Cossm., grossi 2 fois. . . . . . . . . | Saint-Cyr. . . . | *Sant.* |
| — | 21. — NERINELLA FLEXUOSA (Sow.), grandeur naturelle. . . . . . | Figuières. . . . | *Coniac.* |

---

G.-F. DOLLFUS

Collaborateur principal à la Carte géologique de France

ET

G. RAMOND

Assistant de Géologie au Muséum d'histoire naturelle, à Paris

## ÉTUDES GÉOLOGIQUES DANS PARIS ET SA BANLIEUE

## IV

### LE CHEMIN DE FER DE PARIS A ORLÉANS AUX ABORDS DE SAINT-MICHEL-MONTLHÉRY (SEINE-ET-OISE)

*— Séance du 6 août —*

### I. — Tracé

Notre attention a été appelée sur l'intérêt que présentait, au point de vue stratigraphique et tectonique (*), l'élargissement à quatre voies de la *ligne de Paris à Orléans*, entre Paris et Brétigny (embranchement), principalement dans la partie du tracé qui suit la Vallée de l'Orge. Le Chemin de fer d'Orléans, en quittant les bords de la Seine, à Juvisy, s'engage dans cette vallée secondaire, en passant au-dessous de la Route de Fontainebleau, au *Pont des Belles-Fontaines*; puis il traverse l'Orge, croise normalement les Aqueducs des Eaux de la Vanne, du Loing et du Lunain (**III-XIX**), laisse la ligne de « Grande-Ceinture » à droite, au-delà de Savigny-sur-Orge, puis franchit l'Yvette (affluent de l'Orge) et atteint Épinay, dont la station est située à 23 kil., 55 de Paris. Au delà, deuxième traversée de l'Orge sur un viaduc élevé, puis « tranchée *des Franchises* »,

(*) Les chiffres romains, gras (**XIII**) renvoient à l'*Index* ci-après.

d'une dizaine de mètres de profondeur maxima, suivie d'un remblai, longeant le Domaine de Vaucluse (Asile d'Aliénés) — (**VII-XXII**).

La Station du « Perray-Vaucluse », qui dessert cet important Établissement, est à l'origine d'une nouvelle tranchée, de plus d'un kilomètre de longueur, sur une profondeur de 8 mètres environ.

La Station de « Saint-Michel », qui dessert Montlhéry, est à niveau du sol; mais des chemins d'accès nous ont fourni quelques renseignements utiles (Voir ci-après, *fig. 4*).

Au-delà du Vallon de Rosière (ou des Rosiers), franchi en remblai, se développe une longue tranchée, dite « *de Rosière et de Brétigny* », de deux kilomètres environ de longueur, à l'extrémité de laquelle se trouvait établie, lors de la construction de la ligne d'Orléans, en 1843, la Station « de Brétigny ».

Depuis la mise en exploitation de la ligne de Tours, par Châteaudun et Vendôme, la Gare de Brétigny a été reportée plus au Sud, au point de bifurcation (kil. : 31,3) (**IV**). La plate-forme de l'ancienne station a été transformée en Dépôt de Matériel.

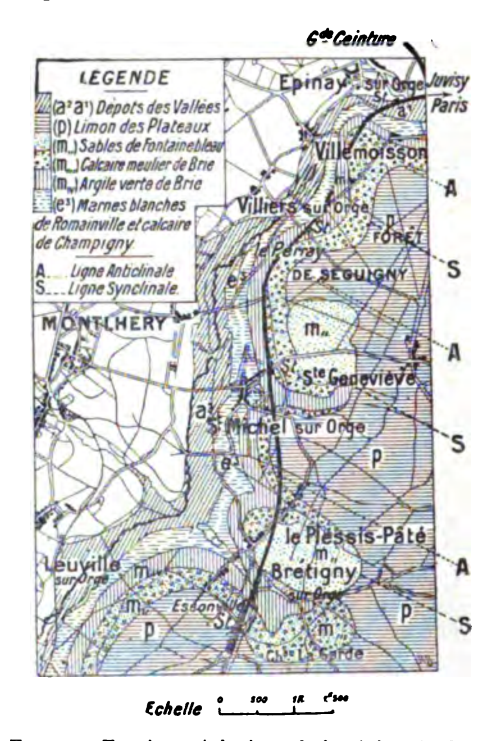



FIG. 1, — Esquisse géologique de la région étudiée.

La différence d'altitude entre les Stations d'Épinay-sur-Orge et de Brétigny est de 27 mètres environ; la distance qui sépare les deux gares est de 7 kil. 8; la voie est en rampe continue, de 3,5 $^{m}/_{m}$ par mètre entre ces deux points.

Ce profil était particulièrement favorable aux constatations que nous nous proposions de faire. Pour simplifier, nous avons étudié les tranchées et coupes au-dessus du chemin de fer, *en partant de Brétigny* et en nous dirigeant vers Paris, de telle sorte que nous avons examiné les couches géologiques (tertiaires et quaternaires) en commençant par les plus récentes.

## II. — Stratigraphie de la région

On sait qu'à Paris, Étampes, etc., il existe entre les Sables stampiens (dits « de Fontainebleau ») et la Formation « de la Brie » (Sannoisien supérieur) (**XVIII**) un horizon marin, composé par des Marnes à huîtres (*Ostrea cyathula, O. longirostris*) par un Calcaire impur, souvent gréseux (« Molasse d'Étréchy » et de Montmartre), à faune, dite « de Jeurre », et par diverses couches subordonnées. Ces niveaux sont bien visibles à Villejuif, au-dessus du bourg de Juvisy (Fromenteau, Champagne, Longjumeau, etc.). (**III-VII-XII-XIX**). On les retrouve aussi dans la région d'Étampes; mais il avait été impossible, jusqu'à présent, de constater leur présence entre ces deux régions N. et S. des environs de Paris. L'étude des tranchées de la ligne d'Orléans nous permet d'affirmer aujourd'hui que les « Marnes à huîtres » et les couches subordonnées *manquent* réellement dans les environs de Saint-Michel-Montlhéry.

Doit-on supposer, avec Munier-Chalmas (**VII**), qu'une partie de l'Horizon « de Brie », a présenté en ce point, un *dépôt lagunaire*, synchronique des « marnes à huîtres », ou que la mer « Stampienne » faisait un large détour et n'atteignait la vallée de la Juine qu'après avoir touché Corbeil? Ou enfin que la mer des sables de Fontainebleau a raviné en ce point toute la série stampienne inférieure? Nous discuterons ultérieurement toutes ces questions théoriques.

## III. — Description des Tranchées

*Tranchée de Brétigny ou de Rosière* (*). — Sur les parois, en face du Dépôt, on constate sous des *Limons* sableux, une épaisseur de *Sables Stampiens* (ou « de Fontainebleau ») de 2 à 3 mètres, plus ou moins altérés, mais en *contact direct* avec l'argile à Meulière « de Brie », sous-jacente. La formation « de Brie » peut se subdiviser en plusieurs couches : au sommet, une argile brune (de précipitation chimique ou résiduelle); puis, au-dessous, les argiles ou marnes décalcifiées, jaunâtres ou brunâtres, empâtant des blocs de Meulières compactes du type « Caillasse », très irrégulièrement distribués dans la masse ; enfin, vers le bas de la tranchée, des Marnes et Calcaires blancs « de Brie », plus ou moins régulièrement stratifiés.

Cette disposition est générale dans la région dont il s'agit ; elle met

(*) Voir le *Profil géologique*, les coupes de détail et les figures d'après les photographies prises au cours des travaux, par M. Aug. Dollot.

Terre végétale ;
Limons sableux.
Sables *Stampiens*.
Marnes et Calcaires « de Brie ».

Meulières-Caillasses « de Brie ».
Marnes et Calcaires « de Brie ».

Fig. 1 *bis*. — Tranchée *de Rosière*, en face du Dépôt (Talus Ouest), Kil. 30, 35.

bien en évidence ce que fait la Meulière et son argile (quel que soit leur âge géologique) ne sont qu'un *facies* d'altération ou de transformation du Travertin primitivement déposé (on sait que, d'après la nouvelle classification, l'Horizon « de Brie » appartient au SANNOISIEN supérieur). — **(XVIII)**.

### COUPE A

*Près du Pont Métallique, au Kil. 30,5*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Terrain contemporain ; **Pléistocène** | | Terre végétale. . . . . . . . . . . . . . .<br>Limons sableux . . . . . . . . . . . . . | 1m20. |
| **Oligocène** | *STAMPIEN* | Sables jaunâtres (*Sables supérieurs* ou « de Fontainebleau ») . . . . . . . . | 2 à 3m |
| | *SANNOISIEN* | Argile brune, résiduelle (de précipitation chimique) . . . . . . . . . . . . . . . | 0m05 |
| | | Argiles jaunâtres ou brunâtres, empâtant des Blocs de Meulières-Caillasses, plus ou moins disloqués . . . . . . . | 1m30 |
| | | Calcaire marneux, blanc, de « Brie ». .<br>— farineux . . . . . . . . . . . | visible sur 1m. |

*Alt.* du Fond du Fossé : = 74m.

La *Glaise verte* apparaît au fond des fossés de la même tranchée, au kil. 29,9, et se poursuit vers le N. avec des *ondulations* remarquables, plongeant au-dessous de la voie et reparaissant un peu plus loin (Voir Fig. nos 2 et 3).

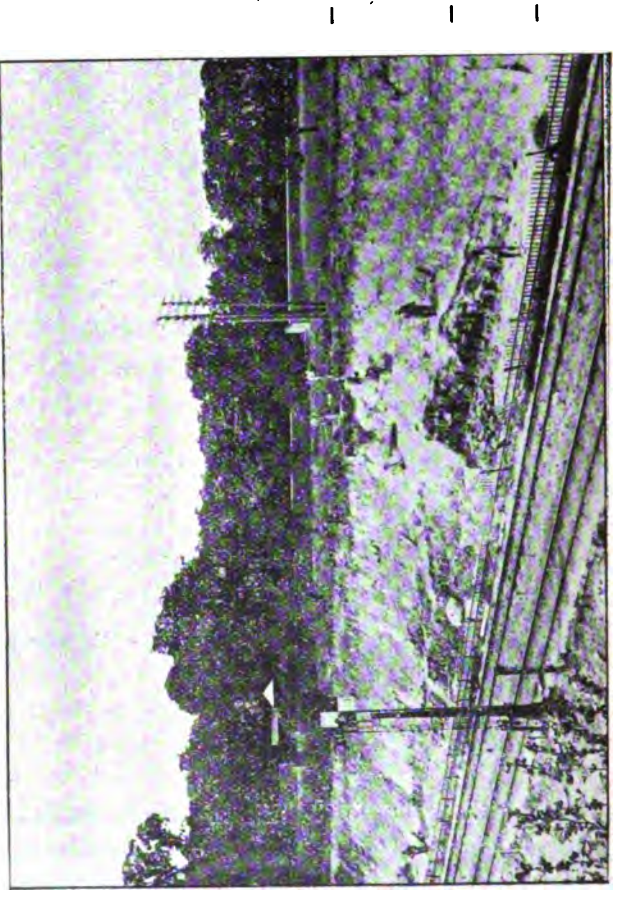



FIG. 2. — Tranchée *de Rosière*, Kil. 20,73 (Talus Ouest).

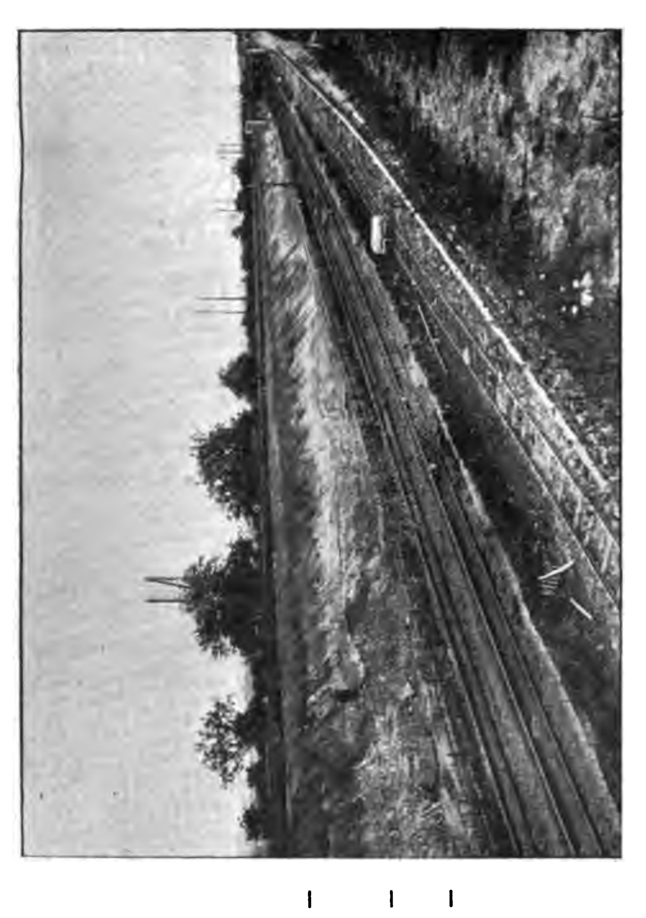



Fig. 3. — Tranchée *de Rosière*, entre les Kil. 29,3 et 29,6 (Talus Ouest).
Ondulations des *Glaises vertes*.

On voit à la partie supérieure de la « Glaise verte » une mince bande de 10 à 30 cm. au plus d'épaisseur, de marne noduleuse, blanchâtre, tranchant nettement avec la couleur vert-pomme de la glaise. Cette zone est due à des déplacements de carbonate de chaux venant des Calcaires et Marnes « de Brie », superposés aux glaises.

M. L. Janet a signalé (**XIII**) — plus spécialement aux abords de Savigny-sur-Orge — l'abondance des nodules (*Marnolites*) contenus dans les « Glaises vertes ». A la partie supérieure, ces nodules, disséminés sporadiquement, sont constitués par du sulfate de strontiane (Célestine); vers la base de l'horizon, ils sont formés de carbonate de chaux avec un peu d'argile.

Les « Glaises vertes » ne contiennent d'ailleurs ici ni lits sableux intercalés, ni fossiles.

Ces observations peuvent s'appliquer à la Tranchée de Rosière et aux suivantes.

COUPE B

*Coupe au Kil. : 29,73*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Terrain Contemporain; **Pléistocène** | | Terre Végétale; Sable limoneux . . | $0^m50$ à $1^m$ environ |
| **Oligocène** *SANNOISIEN* | Formation de « Brie » | Meulières-Caillasses, en Blocs disséminés dans des marnes jaunâtres, blanchâtres ou brunâtres, en voie de décalcification . . . . . . . . | $1^m$ à $2^m$ |
| | | Marnes blanches « de Brie » . . . . | $0^m10$ |
| | | Marnes jaunâtres, stratifiées . . . . | $1^m10$ |
| | Glaises vertes | Argile vert-pomme. . . . . . . . . | $0^m30$ |
| | | Cordon de Nodules marneux, blanchâtres . . . . . . . . . . . . . | $0^m10$ à $0^m30$ |
| | | Glaises vertes (proprement dites) compactes (Rognons strontianifères) . . . . . . . . . . . . . | visibles sur $3^m$ |

*Alt.* du Fond du Fossé = $73^m$.

On voit souvent les Blocs de Meulières reposer sur le Calcaire de Brie, solide, comme si ce calcaire avait été soustrait par leur présence au-dessus de lui aux phénomènes de décalcification progressive.

Dans la Marne tendre, on voyait des nodules plus ou moins siliceux, constituant, en quelque sorte, un *terme de passage* entre le Calcaire de « Brie » et la Meulière.

A la station de Saint-Michel (kil. 28,05), nous avons relevé, dans le passage au-dessous de la voie, la coupe suivante :

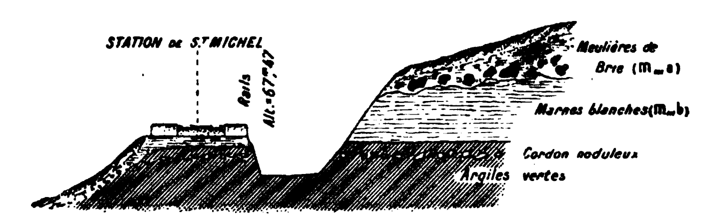



Fig. 4. — Tranchée à l'Est de la Station *de Saint-Michel.*

*Tranchée du Perray.* — Elle précède la station du « Perray-Vaucluse ». Au point où la glaise s'élève le plus haut dans les talus, les fossés d'écoulement des eaux laissent apercevoir un lambeau de « Marnes à *Cyrena convexa* », surmontant les *Marnes blanches* à *Limnæa strigosa, Nystia Duchasteli, Planorbis planulatus,* etc.

La coupe au kil. 26,6 *(fig. 5)* est la suivante :

COUPE C

| | |
|---|---|
| Terre végétale; Limons | 0m,80 |
| Marnes et Argiles brunâtres ou jaunâtres, avec Blocs irréguliers de Meulières « de Brie » | 1m,50 |
| Marnes blanches « de Brie » | 0m,80 |
| Glaises vertes | 0m,20 |
| Cordons de calcaire blanc, de précipitation chimique (?) | 0m,30 |
| « Glaise verte » proprement dite, avec trois cordons de *Marnolites* | 1m,80 |
| Marnes à *Cyrena convexa* | 0m,40 |
| Cordons de Marnes violacées | 0m,10 |
| Marnes blanches à *Limnæa strigosa,* | 1m environ de visible. |

La « Glaise verte » plonge au-delà et, à la station du Perray-Vaucluse, elle n'a été atteinte que dans les sondages au-dessous du niveau des voies qui sont, en ce point, à la cote *59,65 ;* à peu de distance de l'axe du chemin de fer, au droit du P. I. du « Chemin du Perray », la *Fontaine du Genou-Blanc* permet de repérer approximativement le sommet de la Glaise (**VII-XXII**).

*Tranchée des Franchises.* — Par suite de la pente de la voie et des ondulations dont nous venons de parler, la tranchée suivante donne une coupe plus complète :

Au-dessous de la Terre Végétale et des Limons rubéfiés, *cailloutoux à la base,* se développent les Marnes et Argiles à Blocs de Meulières, avec parties blanchâtres et zones de décalcification; la « Glaise

Terre végétale ; Limons.

Marnes et Argiles entre Blocs de Meulières « de Brie ».

Marnes blanches « de Brie ».

*Glaises vertes*, ondulées à leur sommet, cordon de Marnes blanchâtres.

Rayures strontianifères.

FIG. 5. — Tranchée *du Perray*. — Kil. 26,6. (Talus Ouest).

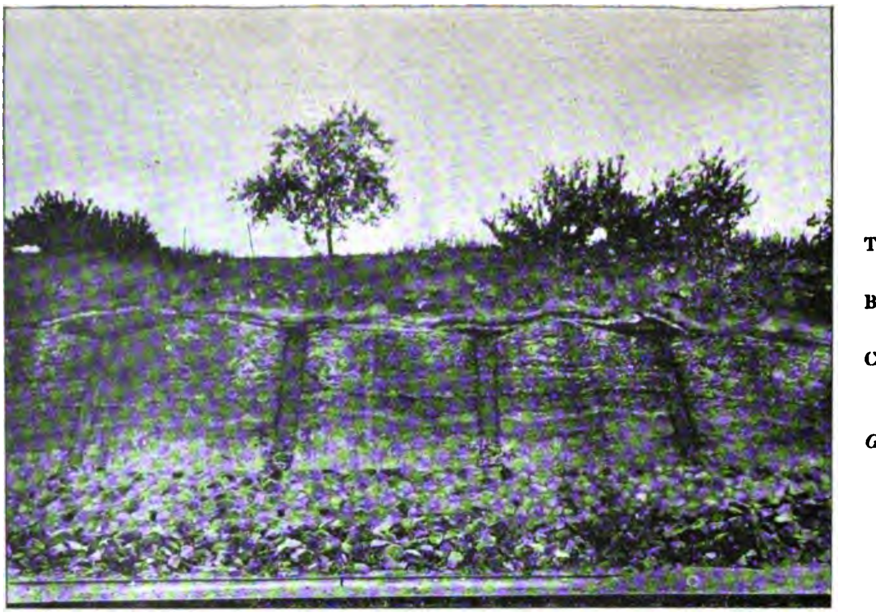



Fig. 6. — Tranchée *des Franchises*. Kil. 24,45.
(Talus Ouest avec rigoles d'assainissement préparées).

verte » montre à son sommet le cordon de calcaires marneux, blanchâtres qui est assez constant dans la région étudiée.

Au-dessous, les Marnes feuilletées, à *Cyrena convexa;* puis des Marnes substratifiées, dendritiques, sans fossiles; les Marnes blanches (*dites* « de Pantin » *ou* « de Romainville ») débutent par une zone ligniteuse, de couleur noirâtre ou violacée, et se continuent par des Marnes blanchâtres d'aspect normal, ou parfois un peu verdâtres.

L'ensemble des « Marnes bleues », pyriteuses, comprend des Marnes bleuâtres à cassures conchoïdales et des marnes argileuses, bleuâtres, dont les cassures sont de couleur brune ou rouille (réduction du sulfate de fer, peu stable, colorant ces Marnes).

Au kil. 24,52 la coupe est la suivante :

COUPE D

*Tranchée « des Franchises »; kil. : 24,5*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Terrain contemporain; **Pléistocène** | | Terre végétale. . . . . . . . . . . . . . .<br>Limon rouge, caillouteux . . . . . . . . | 0$^{m}$,20 |
| **Sannoisien** | Horizon « *de Brie* » | Meulière « de Brie » (Caillasses), en blocs disjoints, noyée dans des Marnes et Argiles blanchâtres ou jaunâtres, avec poches de décalcification . . . . . . . | 1$^{m}$,30 |
| | | Marne blanche . . . . . . . . . . . . . | 0$^{m}$,80 |
| | | Marne feuilletée, jaunâtre. . . . . . . . . | 0$^{m}$,40 |
| | | Marne calcaire, blanchâtre . . . . . . . | 0$^{m}$,05 |
| | Glaises vertes | Argile verte, avec 3 Cordons de Rognons *strontianiens* . . . . . . . . . . . . | 1$^{m}$,15 à 1$^{m}$,20 |
| | | Argile verte, stratifiée (Couche à *Cyrena convexa*) . . . . . . . . . . . . . . | 0$^{m}$,20 à 0$^{m}$,40 |
| | Marnes blanches « *de Pantin* » | Marne blanchâtre, à *dendrites*, substratifiée . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 1$^{m}$,10 |
| | | Marne violacée, *ligniteuse*, à *Limnæa strigosa, Planorbis planulatus, Nystia Duchasteli*, etc. . . . . . . . . . . . . . | 0$^{m}$,15 |
| | | Marne blanche, ou un peu verdâtre . . . | 0$^{m}$,80 |
| | Marnes bleues | Argile marneuse, verdâtre ou bleuâtre, compacte, à cassures conchoïdales. . . | 0$^{m}$,25 |
| | | Marne argileuse, verdâtre (zones brunes de précipitation chimique), visible sur | 0$^{m}$,60 |

*Alt.* du Fond du Fossé : = 53$^{m}$.

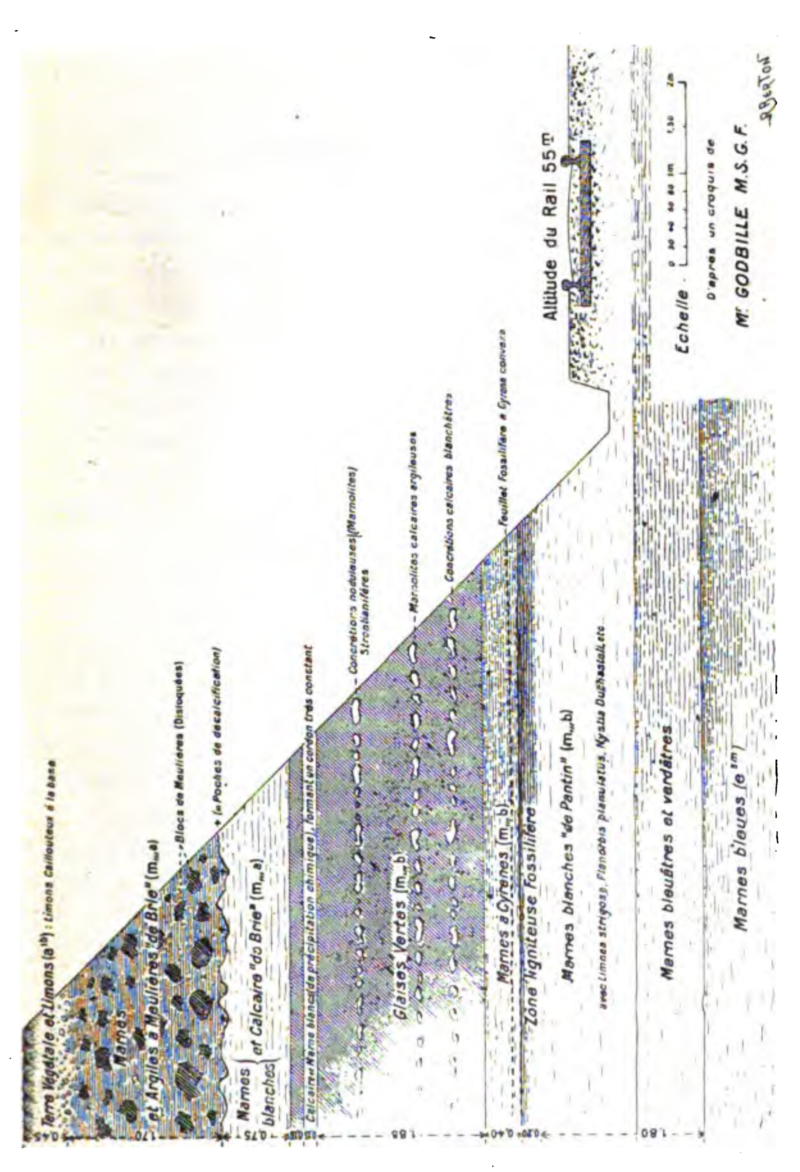



FIG. 5. — Tranchée *des Franchises*, Kil. 24,7. (Talus Ouest).

[N.-B. — *Les Couches, dans leur ensemble, sont moins épaisses que celles relevées plus au Sud, vers Brétigny.*]

On remarque dans cette dernière tranchée quelques paquets de sables diluviens, très granitiques.

## IV. — Résumé et Conclusion

Les niveaux stratigraphiques étudiés comprennent (indépendamment des Terrains contemporain et Pléistocène) : les Sables supérieurs, oligocènes, dits « de Fontainebleau » (*Stampien moyen*) ; l'ensemble de la Formation « de Brie » (*Sannoisien supérieur*), sous ses deux aspects principaux : argilo-siliceux et calcaro-marneux, avec passage de l'un à l'autre par transitions plus ou moins ménagées ; les « Glaises vertes », si constantes dans la RÉGION PARISIENNE, avec leurs cordons de *Marnolites ;* les séries marneuses (Marnes jaunâtres à *Cyrena convexa ;* marnes blanches « de Pantin », à *Lymnæa strigosa ;* marnes bleuâtres et verdâtres ; marnes bleues, proprement dites. — Ces niveaux marneux, bien connus, se présentent en réalité à des cotes supérieures *d'une dizaine de mètres* à celles indiquées sur le Profil géologique Paris-Brest (par le réseau d'Orléans, **IV**).

Le Stampien inférieur fait défaut.

On peut dire que les horizons stratigraphiques en question ont une inclinaison, d'ailleurs faible, dans la direction de la voie ferrée, c'est-à-dire du Sud vers le Nord ; c'est, d'ailleurs, ce que faisait déjà ressortir nettement l'ancien *Profil géologique* sus-mentionné.

Le document graphique que nous mettons sous les yeux de MM. les Membres du Congrès d'Angers (8e Section), *établi à grande échelle*, précise ces données en les complétant.

## V. — Tectonique

Les cotes d'affleurement du sommet de l'*Argile verte*, en supposant qu'elle s'est déposée à l'origine, sur une surface horizontale, nous révèlent trois mouvements postérieurs :

— C'est d'abord un mouvement général d'ascension de toutes les couches vers le Sud, puisqu'elles partent de l'altitude de 52 m. à la station d'Épinay pour aboutir, à 7750 m. plus loin, à la station de Brétigny, à l'altitude de 76 m., soit une rampe d'environ *3 m. par kilomètre ;*

— Puis, un mouvement de plissement à grandes courbures visible trois fois ; indiqué par la série des cotes suivantes :

| | | |
|---|---|---|
| Kil. $24^{2}$ | Alt. $52^{m}$ | Anticlinal « *des Franchises* » |
| — $24^{5}$ | — $60^{m}$ | |
| — $24^{7}$ | — $52^{m}$ | |

L'argile verte descend au-dessous de la voie. — Synclinal de la « *Fontaine du Genou-Blanc* ».

| | | |
|---|---|---|
| Kil. $26^{1}$ | Alt. $60^{m}$ | II<br>Anticlinal « *du Perray* » |
| — $26^{6}$ | — $65^{m}$ | |
| — $26^{9}$ | — $60^{m}$ | |

L'argile descend au-dessous de la voie. — Synclinal de « *Saint-Michel* » et de la butte sableuse de « *Sainte-Geneviève-des-Bois.* »

| | | |
|---|---|---|
| Kil. 28 | Alt. $66^{m}$ | III<br>Anticlinal de la « *Passerelle Dubourg* »<br>(Tranchée de Rosière) |
| — 29 | — $70^{m}$ | |
| — $29^{5}$ | — $72^{m}$ | |
| — $29^{7}$ | — $75^{m}$ | |
| — $30^{2}$ | — $74^{m}$ | |
| — $30^{4}$ | — $72^{m}$ | |

L'argile verte descend au-dessous de la voie; c'est le Synclinal de la Butte sableuse de « *Brétigny.* »

Ces dépressions dans la cote de l'Argile verte correspondent aux *chapelets* de buttes sableuses qui couvrent le plateau.

Enfin, un troisième ordre de plissottements, très faibles, n'ayant que quelques mètres d'amplitude, correspondant à des phénomènes de tassement locaux des couches provoqué par des dissolutions, des poussées produites par l'inégale densité des assises, et non par les phénomènes généraux dont nous avons indiqué la démonstration pour les autres mouvements.

L'*Anticlinal* qui jalonne une partie du cours de l'Yvette, notamment près d'Orsay (Lozère, etc.), passe à Ballainvilliers; il se poursuit par Vaucluse, Villemoisson, Évry, Pont-Boury, Étiolles, etc., tandis que les Bandes grèseuses, *stampiennes,* visibles aux Bordes, à Brétigny, à Fleury-Mérogis, etc., occupent des dépressions synclinales (**VI, VII, VIII, IX, XI,** etc.).

En terminant, nous devons remercier M. Jégou-d'Herbeline, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, attaché à la Compagnie

d'Orléans, des facilités qu'il a bien voulu nous faire accorder pour l'étude des tranchées de la ligne.

M. Aug. DOLLOT, Ingénieur, Correspondant du Muséum d'Histoire naturelle, a eu l'obligeance d'exécuter une série de photographies que nous sommes heureux de mettre sous les yeux des Membres du Congrès.

---

## INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

RENVOIS, DOCUMENTS CONSULTÉS, etc.

**I.** — BELGRAND. — La Seine. — Le Bassin parisien aux âges antéhistoriques. — 1 vol. in-4° et deux atlas (1869).

**II.** — La Seine. — Études hydrologiques. — Régime de la Pluie, des Sources, des Eaux courantes. — Gr. in-8°, 1872.

**III.** — Les Eaux nouvelles. — (Publié par MM. BUFFET et COUCHE.) — (Géologie sommaire de l'Aqueduc de la Vanne, traversant la Vallée de l'Orge à Savigny), etc.

**IV.** — DELESSE, DUMOULIN, TRIGER, etc. — Profil géologique de Paris à Brest (*Réseau d'Orléans*), à l'échelle de : $\frac{1}{40000}$ pour les longueurs; $\frac{1}{2000}$ pour les hauteurs (1866).

— Courte *Notice explicative*, rédigée par M. MILLE, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées (1867).

M. P. VINCEY a signalé une erreur dans ce Profil, au P. à N. « *des Franchises* » (kil. 24,2 de Paris), entre les Stations d'Epernay-sur-Orge et de Perray-Vaucluse : le sommet des « *Glaises vertes* » est *13 m. trop bas*; en fait, il atteint la cote 52 (nivellement du chemin de fer).

Cette inexactitude de cote se poursuit jusqu'à Brétigny, d'après les observations directes de MM. G.-F. DOLLFUS et G. RAMOND.

**V.** — G.-F. DOLLFUS. — Carte géologique des environs de Paris, au $\frac{1}{40000}$ (1890). — (Explorations sur le Terrain de 1881 à 1889.)

— Note explicative (in-4° carré). — Congrès géol. intern. III$^{e}$, Berlin 1885.

— Voir notamment la Carte des Altitudes du *Sommet des « Glaises vertes »*.

**VI.** — *Carte géologique détaillée de la France.* — Feuille n° 65 (MELUN). 2$^{e}$ édition. — Exploration sur le terrain de 1891 à 1894. (Publiée en 1894). — Notice explicative. (Mars 1895.)

**VII.** — Recherches sur la limite S.-O. du calcaire grossier dans le Bassin de Paris (avec une carte au $\frac{1}{320000}$. — *Bull. Soc. géol. de France* (3$^{e}$ série), t. XXV, p. 597-637 (année 1897). — Détail du Forage du Perray-Vaucluse, de Saint-Michel, de Petit-Vaux, etc.

— Révision de la Feuille de Melun. — Ext. *Bull. Serv. Carte géol. de France,* n° 44; tome VII (1895-1896). — (Courte Notice.)

**VIII.** — Recherches sur les Ondulations des Couches tertiaires dans le Bassin de Paris.

— *Idem.* — *Idem.* — N° 14, tome II (1890-91), avec Carte.

**IX.** — G.-F. Dollfus. — Les derniers mouvements du sol dans les Bassins de la Seine et de la Loire. — Ext. *Compte-rendu du Congrès géologique international* (VIII^e^), Paris, 1900. — In-8°, publié en 1901 (avec une Carte).

**X.** — Relations entre la Structure géologique du Bassin de Paris et son Hydrographie. — Ext. *Annales de Géog.*, t. IX (1900), n^os^ 46-48. — In-8° 1 Carte.

**XI.** — Structure du Bassin de Paris. — Ext. Assoc. française. *Congrès de Paris, 1900.* — (2^e^ *partie*), pp. 546-548.

**XII.** — Trois excursions aux Environs de Paris (Étampes). — Ext. *Bull. Soc. Géol. de France* (3^e^ série), t. XXVIII, pp. 109-126. — Carte au $\frac{1}{100000}$ et coupes.

Allure et faune des « Marnes à huîtres », de la « Molasse d'Etréchy », du Falun de Jeurre ». — Etude des Sables, « dits de Fontainebleau » (Stampiens, etc., etc.).

**XIII.** — L. Janet. — Étude sur les Gypses du Bassin parisien. — *Bull. Services Carte géol. de France et des Topographies souterraines.* — *Divers articles,* notamment t. XIII (n° 91), p. 163 (1901-1902).

**XIV.** — De Lapparent. — La Géologie en Chemin de fer. — Description géologique du Bassin parisien. — In-8° (1888).

[De Paris à Brétigny, p. 454.]

**XV.** — Traité de Géologie (4^e^ édition). (Voir pp. 1479 et suivantes.)

**XVI.** — Stanislas Meunier. — Géologie des Environs de Paris. — In-8° (1875).

**XVII.** — La Géologie générale. (Vol. XCVIII de la *Bibl. sc. internationale),* in-8° 336, p. . — Alcan, éditeur, in-8°, 1903.

**XVIII.** — Munier-Chalmas et de Lapparent. — Note sur la Nomenclature du Terrain sédimentaire. — *Bull. Soc. géol. de France* (3^e^ Série), T. XXI. — In-8° (1893), pp. 438-488 (et Tableaux).

**XIX.** — G. Ramond. — Étude géologique de l'Aqueduc du Loing et du Lunain. — *Compte rendu du Congrès des Sociétés Savantes,* en 1899. — Sciences, in-8° (pp. 140-147) [publié en 1900].

Traversée de la Vallée de l'Orge, près de Savigny, etc. [Observations relatives aux « Marnes à huîtres » et aux « Glaises vertes », à Savigny-sur-Orge, Juvisy (Souterrain de Champagne, etc.)].

**XX.** — De Sénarmont. — Essai d'une Description Géologique du département de Seine-et-Oise, in-8°, 1844.

— Carte géologique de Seine-et-Oise au $\frac{1}{80000}$ (même date).

**XXI.** — G. Vasseur et L. Carez. — Sur un nouveau facies des Marnes à *Limnæa strigosa*, observé à Essonnes, près Corbeil. — *Bull. Soc. de France* (3e Série), t. V, pp. 277-281 (avec une coupe). — Février 1877.

**XXII.** — Paul Vincey. — Carte agronomique du Domaine de Vaucluse, à Épinay-sur-Orge (Seine-et-Oise), à $\frac{1}{2500}$ [publiée en 1895], avec la collaboration, *pour la partie géologique*, de G. Ramond.

Cette Carte porte en cartouche la coupe du puits foré dans le domaine par la maison Lippmann et Cie, en 1892-93.
[Observations de M. Dollfus, sur l'interprétation de ce sondage et sur la cote réelle d'altitude du sommet du puits. — Voir ci-dessus (VII)].

---


# M. G.-F. DOLLFUS

Collaborateur principal à la carte géologique de France


## FAUNE MALACOLOGIQUE DU MIOCÈNE SUPÉRIEUR DE RENNES (ÉTAGE REDONIEN, GITE D'APIGNÉ) (ILLE-ET-VILAINE)

— *Séance du 8 août* —

Répondant à une demande formulée par le bureau de la section de géologie, je m'empresse d'extraire de mes notes une liste des coquilles rencontrées dans les sables du miocène supérieur des environs de Rennes. M. Kerforne a donné à plusieurs reprises l'historique des nouveaux gisements si intéressants, découverts aux environs de Rennes par M. Lebesconte et qui ravinent les faluns du miocène moyen; j'ai pu, grâce à l'obligeance de mes confrères MM. Seunes, Lebesconte, Kerforne, Boistel et d'après mes propres récoltes, prendre une vue d'ensemble de la faune nouvelle et, après une comparaison soigneuse, j'ai vu qu'elle était identique à celle des gisements bien connus dans la Loire-Inférieure et dans le Cotentin et dont la place stratigraphique n'avait pas été jusqu'ici complètement précisée, de telle sorte que j'ai été conduit à la création d'un étage nouveau, le Redonien, type à Rennes, groupant toute la faune miocène supérieure de l'Ouest (*). Cette faune est aussi distincte de celle des Faluns de la Touraine que des îlots pliocènes du Bosq

(*) Bulletin Service de la Carte Géologique, comptes rendus des collab. n° 93, p. 8, 1900. Congrès géologique international, Paris, 1900. Derniers mouvements du sol dans les bassins de la Seine et de la Loire. *Bull. Soc. Géologique de France*, 4e série, t. I, p. 275, 287, 1901 *Mémoires Soc. Géol. de France*, t. X, p. 37. Conchyl. Miocène-Loire.

d'Aubigny et de Redon. J'ai écarté le terme de falun de l'Anjou, car en Anjou on trouve à la fois les faluns du miocène moyen et les sables du miocène supérieur, parfois même superposés.

Les gisements du Redonien forment dans l'Ouest de la France une grande bande du Sud au Nord qui commence dans l'île d'Oléron, vient à Montaigu (Vendée), le Louroux-Bottereau (Loire-Inférieure), Saint-Clément-de-la-Place, Sceaux, Thorigné (Maine-et-Loire), Beaulieu (Mayenne), Apigné, le Temple-du-Cerisier (Ille-et-Vilaine), Gourbesville, Saint-Georges-de-Bohon, Isigny (Manche). Gisements importants, reliés par beaucoup d'autres intermédiaires : La Chapelle-Hermier, la Forêt-de-Gâvre, Saint-Michel et Chanveaux, etc.

Je n'avais pas indiqué jusqu'ici la liste d'espèces caractérisant cet horizon et leur examen complet dépasserait de beaucoup les limites qui me sont tracées ici; il me suffira d'indiquer la faune des environs de Rennes en mentionnant pour chaque espèce une figure propre à la faire positivement reconnaître et prise parmi les meilleures figures qui en ont été données dans les ouvrages récents les plus accessibles. J'ai laissé de côté tout ce qui était mauvais, douteux ou nouveau et les cent espèces que j'ai citées ne forment guère qu'un tiers de la faune totale du Redonien que j'ai entre les mains et que je décrirai ultérieurement. Je considère avec M. Kerforne que la majorité des sables rouges, plus ou moins chargés de galets, qui couvrent les plateaux sur une si grande surface de l'Ouest de la France appartiennent au Miocène supérieur marin; leur coloration, leur stratification, prouvent à l'évidence qu'il s'agit d'une formation décalcifiée. Tous les gisements fossilifères du Redonien sont situés au-dessous du niveau hydrostatique local, ou protégés des infiltrations des eaux atmosphériques acides par quelques lentilles argileuses. Les gisements fossilifères sont calcaires et les sels de fer y sont au minimum d'oxydation, tandis que les gisements sans fossiles sont siliceux, sans calcaire et les sels de fer en sont profondément atteints. M. Lebesconte nous fournit lui-même cette distinction capitale. Le gisement d'Apigné doit pour moi sa conservation à quelque lentille argileuse, celui du Temple-du-Cerisier est au fond d'un puits, ceux des bords de la Vilaine sont atteints par des dragages. A Beaulieu, le gisement paraît hors d'eau, mais c'est seulement un amas extrait d'un étang profond voisin, les sables rouges latéraux décalcifiés sont sans fossiles. Le gîte de Saint-Clément-de-la-Place est dans une fontaine. Tous les gisements de la Loire-Inférieure, comme le Dixmerie, sont noyés. A Vieillevigne, Montaigu (Vendée), il s'agit de fonds d'abreuvoirs. Toutes les localités fossilifères de la Manche sont au-dessous du plan d'eau. Je

pourrais multiplier ces exemples. Il n'y a pas dans l'Ouest deux formations d'âge différent, l'une, à la base, composée de sables calcareux, stratifiés, verdâtres ou grisâtres, l'autre, au sommet, formée de sable pur, rubéfié, sans stratification, mais bien une seule formation sous deux aspects différents.

Que M. Lebesconte visite à nouveau la carrière de Lormandière avec nos idées modernes de métamorphisme atmosphérique, il y verra des transformations latérales les plus singulières. Il touchera du doigt le mécanisme de notre dualité d'aspect.

Bien entendu, il y a lieu de ne pas confondre les sables et galets de miocène avec les sables graveleux et diluviens quaternaires, souvent aussi rubéfiés ; mais on sait que les sables du diluvium fluviatile ne s'écartent guère du fond des vallées actuelles et s'y maintiennent en terrasses à de faibles altitudes; leurs cailloux sont plats; ils sont arrondis seulement quand ils ont été remaniés de galets tertiaires marins. Avec un peu d'habitude on distinguera les deux formations et on s'étonnera d'avoir vu si négligés deux dépôts qui ont chacun leur importance et leur intérêt.

## Liste de la Faune Malacologique du Miocène supérieur de Rennes
(Redonien d'Apigné)

### PÉLÉCYPODES

F. *Corbula revoluta* Brocchi, sp. — Dollfus et Dautzenberg, Conchyl. bassin de la Loire, I, p. 77, Pl. III, fig. 15-27.

F. V. *Mactra subtruncata* Da Costa, sp. — Bucquoy, Dautzenberg et Dollfus. — Moll. du Roussillon, II, p. 559, Pl. LXXXII, fig. 1-9.

*Venus (Ventricola) multilamella* Lamk. — Sacco, I. Moll., Part. XXVIII, p. 30, Pl. VIII, fig. 1-8.

F. V. *Meretrix (Pitar) rudis* Poli, sp. — Bucq., Dautz., D. Moll. du Rous., II, p. 330, Pl. LIII, fig. 1-11.

F. *Crassatella concentrica* Dujardin, Mém. sol. Touraine, p. 46, Pl. XVIII, fig. 2.

F. V. *Digitaria digitaria* L., sp. — Wood, Crag. Mollusca, II, p. 190, Pl. XVII, fig. 8 *c* (tantum).

*Cardita (Venericardia) senilis* Lamk. — Wood., Crag. Moll., II, p. 165, Pl. XV, fig. 1 *a-f*.

*Cardita (Glans) rudista* Lamk. — Sacco, I. Moll., Part. XXVII, p. 15, Pl. IV, fig. 26-29.

*Cardita (Glans) Beraudi* Mayer., Jour., Conchyl., t. XX, p. 229, Pl. XIV, fig. 3 (1892).

(*) Lebesconte. Sables rouges pliocènes de la Lande d'Apigné. *Bull. Soc. Scientif. Méd. de l'Ouest*, 1903, XII. — F. Kerforne. Sur le Redonien d'Ille-et-Vilaine, *idem*.

F. V. *Cardita (Coripia) Corbis* Philipp. — Enum., Moll. Siciliæ, I. p. 55, Pl. IV, fig. 19.
*Astarte scalaris Desh.* (Cassina) Dujardin, Mém., sol Touraine, p. 50, Pl. XVIII, fig. 5 (Méd.).
*Astarte Burtini* Lajonkaire. — Wood., Crag. Moll., II, p. 188, Pl. XVII, fig. 5.
F. V. *Cardium (Parvicardium) papillosum* Poli. — B. D. D. Moll. Rous, II, p. 274, Pl. XLIV, fig. 9-12.
F. V. *Chama gryphoides* Linné. — Sacco, I. Moll., Ter. Ter., Part. XXVII, p. 61, Pl. XIII, fig. 1-6.
F. V. *Chama gryphina* L. — Sacco, *idem.*, Part. XXVII, p. 66, Pl. XIV, fig. 9-14.
F. V. *Arca* (type) *Noe* L. — Buq., Dautz., Doll., Moll. du Roussillon, II, p. 174, Pl. XXX, fig. 1-5.
F. V. *Arca (Barbatia) barbata* L. — *Idem.*, Moll. Roussillon, II, p. 182, Pl. XXXII, fig. 1-5.
F. V. *Arca (Fossularca) lactea* L. — *Idem.*, Moll. Roussillon, II, p. 185, Pl. XXXVII, fig. 1-6.
F. *Arca (Acar) clathrata* Defrance. — Sacco, I. Moll., Part. XXVI, p. 8, Pl. II, fig. 1-3.
F. *Arca (Anadara) turonica* Duj. var. — Sacco, I. Moll., Part. XXVI, p. 24, Pl. V, fig. 14-18.
F. V. *Pectunculus insubricus* Brocchi sp. — Sacco, I. Moll., Part. XXVI, p. 34, Pl. VIII, fig. 11-21.
F. *Plicatula ruperella* Dujardin. — Hoernes, Foss. Moll., Wien., II, p. 427, Pl. LXVII, fig. 6*a*, 6*b*.
F. V. *Radula lima* L. sp. — Sacco, I. Moll., Terr. Ter., Part. XXV, p. 13, Pl. IV, fig. 28-33.
F. V. *Chlamys varius* L. (Pecten). — Wood. Crag. Mollusca, I, p. 33, Pl. VI, fig. 4.
V. *Pecten (Fexopecten) tigrinus* Muller. — Wood *idem*, I, p. 27, Pl. V, fig. 2, *a*, *g*.
*Ostrea edulis L. var. oblongula* Sacco, I. Moll., Ter., Part. XXIII, p. 6, Pl. I, fig. 15-16.
*Ostrea edulis Linné* var. *ungulata* Nyst. — Annales Musée de Bruxelles, III, p. 139, Pl. VIII, fig. 1, *d*, *e*, *f*, *g*, *h*, *i*.

BRACHIOPODES

F. V. *Thecidea Mediterranea* Risso var. *testudinaria* Michelot. — Philippi Enum., Moll., Sic., I, p. 99, Pl. VI, fig. 17.
*Cistella costulata* Seguenza var. — Sacco, I. Moll. Brachiopodes, p. 32, Pl. VI, fig. 34.

GASTÉROPODES

*Pleurotoma (Surcula) intermedia* Bronn. var. *strigosa* Millet. — Bellardi, I. Molluchi, II, p. 53, Pl. II, fig. 9.
*Pleurotoma (Clavatula) romana* Defrance. — Bellardi, I. Moll., II, p. 172, Pl. V, fig. 36.

F. *Pleurotoma (Drilla) incrassata* Dujardin. Etude sol Touraine, p. 82, Pl. XX, fig. 28.

F. *Pleurotoma (Drilla) pustulata* Brocchi, var. — Bellardi, I. Moll., t. II, p. 105, Pl. III, fig. 31.

F. *Pleurotoma (Asthenostoma) ornata* Defrance. — Bellardi, I. Moll., t. II, p. 238, Pl. VII, fig. 25.

F. *Pleurotoma (Clathurella) pagoda* Millet, ann. Soc. Linnéenne de Paris, p. 5, Pl. I, fig. 1.

F. V. *Pleurotoma (Clathurella) purpurea* Montagu, sp. — Basterot, Descrip. géol. Bordeaux, p. 65, Pl. III, fig. 13.

F. V. *Pleurotoma (Clathurella) Leufroyi* Michaud. — B. D. D. Moll. Roussillon, I, p. 95, Pl. 14, fig. 3-4.

*Pleurotoma (Raphitoma) vulpecula* Brocchi. — Conchy. subap., I, p. 420, Pl. VIII, fig. 10.

*Pleurotoma (Raphitoma) harpula* Brocchi., sp. — Conchy. subap., I, p. 421, Pl. VIII, fig. 12.

V. *Pleurotoma (Mangilia) albida*. Deshayes. — Expédit. de Morée, p. 176, Pl. 19, fig. 22 et 24.

F. *Pleurotoma (Mangilia) clathrata* Marcel de Serres. — Géognosie Terr. Ter., p. 113, Pl. II, fig. 7-8.

V. *Pleurotoma (Hœdropleura) septangularis* Montagu, sp. — Testacea Britannica, III, p. 268, Pl. IX, fig. 5.

*Mitra Astensis* Bellardi, I. Moll. (et M. afflicta Bell.), Part. V, p. 21, Pl. I, fig. 18.

*Mitra aperta* Bellardi. — *Idem.* V, p. 42, Pl. III, fig. 19.

F. *Mitra (Uromitra) recticosta* Bellardi, V, p. 41, Pl. V, fig. 46, fig. *a* et *b*.

*Columbella turgidula* Brocchi, sp., Conchy. subap., II, p. 319, Pl. IV, fig. 4.

F. *Columbella turonica* Mayer. — Jour. Conchyl., 1869, t. XVII, p. 285, Pl. X, fig. 5.

F. *Ancilla (Sparella) obsoleta* Brocchi, sp. — Conchy. subap., II, p. 330, Pl. V, fig. 6.

F. V. *Marginella (Gibberula) miliaria* Linné. — B. D. D. Moll. Roussillon, I, p. 122, Pl. XV, fig. 40-42.

F. V. *Erato lævis* Donovan, sp. — Wood., Crag. Moll., I, p. 18, Pl. II, fig. 10 (var. Globosa).

*Trivia pisolina* Lamk., sp. (T. sphæriculata, var. perobsoleta Sacco). — I. Moll. XV, p. 49, Pl. II, fig. 33.

F. *Trivia affinis* Dujardin, sp. — Mém. Géol. sol. Touraine, p. 94, Pl. XIX, fig. 7. — Sacco, Pl. III, fig. 37.

F. V. *Typhis tetrapterus* Bronn., sp. Michelotti monograph., G. Murex, p. 7, Pl. I, fig. 6-7.

F. V. *Murex (Muricopsis) cristatus* Brocchi. — Conchyl. subap., p. 394, Pl. VII, fig. 15 (M. Blainvillei?).

F. V. *Fusus rostratus* Olivi, sp. var. B. D. D. Moll. Rouss., I, p. 36, Pl. VI, p. 3.

F. *Pisania exculpta* Dujardin, sp. (Purpura). — Mém. Touraine, p. 87, Pl. XIX, fig. 8-9.

*Cancellaria (Brocchinia) mitræformis* Brocc., sp., var. *Curta* Sacco. I. Moll., XVI, p. 68, Pl. III, fig. 82.

F. V. *Bittium reticulatum* D. Costa, sp. — B. D. D. Moll du Roussillon, I, p. 212, Pl. 25, fig. 3 à 5.

F. *Bittium spina* Partsh. — Von. Koenen Gastéropodes Mioc. Norddeuchll, II, p. 274, Pl. VI, fig. 20.

F. V. *Cerithiopsis tubercularis* Montagu, sp. — B. D. D. Moll. Rouss., I, p. 204, Pl. 27, fig. 1-4.

F. V. *Triforis perversus* Linné, sp. — Var. adversa. B. D. D., Moll. Rouss., I, p. 209, Pl. 26, fig. 10-11.

*Triforis Fritschi* v. Kœnen. — Gaster. holost. Nord. Deut. Mioc., p. 271, Pl. VI, fig. 19.

V. F. *Nassa (Cæsia) limata* Chemnitz. — Conchy. Cab., V. p. 87, fig. 1808-1809. — De Franchis. Moll. plioc. de Galatina, 1895, p. 145, Pl. II, fig. 7-8.

F. *Nassa (Hinia) turoniensis* Desh. (N. granifera Dujardin). — Mém. Tour., p. 89, Pl. XX, fig. 11-12 (non Kiener).

F. V. *Nassa (Hinia) reticulata* Linné, sp. — B. D. D. Moll. Roussillon, I, p. 49, Pl. X, fig. 8-11.

F. *Nassa (Hinia) corrugata* Brocchi. — Conchy, subap. (non costalata Renier), Pl. XV, fig. 16. B D. D. Roussillon, I, p. 52, Pl. XI, fig. 30 tantum.

F. V. *Natica (Naticina) Alderi* Forbes (N. catena Sacco). — I. Moll., part. VIII, p. 67, Pl. II, fig. 43.

F. *Natica (Pollinices) redempta* Michelotti. — Sacco, I. Moll., Part. VIII, p. 95, Pl. II, fig. 74.

F. V. *Turritella triplicata* Brocchi, sp. (Turbo). — Sacco, I. Moll., Part. IX, p. 26, Pl. II, fig. 32.

F. *Turritella subangulata* Brocchi, sp. (Turbo). — Sacco, I. Moll., Part. XIX, p. 9, Pl. I, fig. 30, var.

F. V. *Vermetus intortus* Lk. sp. (Serpula) (Petaloconchus). — Sacco, I. Moll., Part. XX, p. 9, Pl. I, fig. 12.

F. *Vermetus carinatus* Hoernes. Foss. Moll., Wien. B., I, p. 486, Pl. XLVI, fig. 17.

F. *Vermetus Deshayesi* Mayer, Journal Conch. 1889, t. XXXIX, p. 241, Pl. XII, fig. 2.

F. V. *Siliquaria senegalensis* Recluz (Tenagodes anguinus Sacco), var. Linné, I. Moll. Part. XX, p. 17, Pl. II, fig. 14.

V. *Cæcum subannulatum* de Folin. — B. D. D., Moll. du Roussillon, I, p. 231, fig. 3.

F. *Scalaria (Hemiacirsa) lanceolata* Brocchi. — Sacco, I. Moll., Part. IX, p. 90, Pl. II, fig. 99-101.

*Scalaria (Cirsotrema) mio-varicosa.* — Sacco, var., Part. IX, p. 52, Pl. II, fig. 32-33.

F. *Alexia pisolina* Desh. sp. ? — Tournouer, Jour. de Conch. 1892, t. XX, p. 93, Pl. III, fig. 9.

F. V. *Odostomia plicata* Montagu sp. — B. D. D. Moll. du Roussillon, I, p. 163, Pl. XIX, fig. 3-5.

*Pyramidella plicosa* Bronn. — Lethea Geogostica, II, p. 1026, Pl. XL, fig. 24, var. *eulimoides* Sacco.

F. *Pyramidella unisulcata* Dujardin. — Sacco, I. Moll., Part. XI, p. 30, Pl. I, fig. 62-65.

*Menestho Humboldti* Risso. — Sacco, *idem.*, var. *miobulinea*, Pl. II, fig. 39; var. *miolonga*, fig. 42.

V. *Turbonilla lactea* L. Sacco. — *Idem*, Pl. II, fig. 44-57, pl. var.

V. *Eulima polita* L. Sacco. — *Idem*, Pl. I, variété *subbrevis*, fig. 4; var. *percontorta*, fig. 5.

F. V. *Eulima (Leiostraca) subulata* Donovan sp. — B. D. D. Moll. du Rouss., I, p. 193, Pl. XXI, fig. 9-10.

*Rissoina obsoleta* Partsh. in Hœrnes. — Moll., Foss., Wien., I, p. 556, Pl. XLVIII, fig. 3.

F. *Rissoia (Alvania) curta* Dujardin. — Mém. Géol. sol. Touraine, p. , Pl. XIX, fig. 5.

V. *Rissoia (Alvania) Mortagui* Payraudeau. — B. D. D. Moll. Rouss., I, p. 285, Pl. XXXIV, fig. 1-6.

F. *Rissoia (Alvania) Des Moulinsi* d'Orbigny. — Hoermes, Foss. Moll. Wiener Beck., I, p. 570, Pl. XLVIII, fi. 14.

V. *Turbo (Bolma) rugosus* L. — Var. Marcel de Serres, Géog. Terr. Tert., p. 103, Pl. I, fig. 7-8.

*Turbo (Ormastralium) fimbriatum* Borson. — Sacco, I. Moll., Part. XXI, pp. 15, Pl. II, fig. 1.

*Clanculus Jennyi* Defrance. — Dict. Sc. nat., t. LV, p. 483 (*Monodonta araonis*, Bardin non Basterot).

F. V. *Trochus (Ampullotrochus) miliaris* Brocchi. — Sacco, I. Moll., Part. XXI, p. 44, Pl. IV, fig. 40-41.

*Trochus (Ampullotrochus) multigranus* Wood. — Crag. Moll., I, p. 127, Pl. XIII, fig. 3.

V. *Trochus (Ampullotrochus) millegranus* Philippi Enum. — Moll. Sic., I, p. 183, Pl. X, fig. 25.

F. V. *Fissurella italica* Defrance. — B. D. D. Moll. du Rouss. I, p. 446, Pl. LIII, fig. 1-3.

F. V. *Fissurella græca* L., sp. — B. D. D. Moll. du Rous., I, p. 440, Pl. LIII, fig. 5.

F. V. *Emarginula elongata* Costa. — B. D. D., *idem.*, I, p. 451, Pl. LIV, fig. 9-12.

F. V. *Emarginula fissura* L. — Wood, Crag., Moll., I, p. 164, Pl. XVIII, fig. 3.

*Acteon totostriatus* Sacco (A. semistriatus, var.). — I. Moll. Part. XXII, p. 34, Pl. III, fig. 30-31.

*Bullinella subovularis* Sacco, *idem.* — Part. XXII, p. 50, Pl. IV, fig. 11.

*Dentalium (Entalis) brevifissum* Lk. — Deshayes Monog. Genre Dentale, p. 46, Pl. III, fig. 13-14.

ÉCHINIDES

V. *Echinocyamus pusillus* Muller sp. (Spataugas). — Forbes Echinodermata British Tert., p. 10, Pl. I, fig. 8-15.

POLYPIERS

*Cryptangia Woodi* Milne Edwards et Haime. — British fossil corals, p. 8, Pl. I, fig. 4, 1850.

V. *Dendrophyllia cornigera* Lamk. sp. (Caryophyllia). — Edwards et Haime, Hist. nat. coralliaires, III, p. 118.

Si nous cherchons la signification de cette liste, nous verrons que 65 o/o d'espèces marquées F. sont communes avec les faluns de la Touraine et que, d'autre part, 50 o/o signalées par V. sont encore vivantes.

Cette faune tire son caractère miocène de la présence d'un nombre relativement considérable de *Pleurotomes*, dont plusieurs sont restés indéterminés et sont probablement nouveaux, et de quelques espèces des genres *Ancilla*, *Columbella*, *Mitra*, *Rissoïna*, qui ne passent guère dans le Pliocène.

Elle se distingue de la faune de la Touraine par la présence d'une plus forte proportion d'espèces encore vivantes et de formes spéciales dans les genres *Cardita*, *Astarte*, *Pecten*, *Ostrea*, enfin par tout un groupe de Pleurotomes inconnus à un niveau inférieur.

Les gîtes de Beaulieu, Sceaux, le Dixmerie, accentuent ces caractères ; c'est une faune chaude qui domine, à laquelle est déjà venu se joindre un groupe d'espèces tempérées ou boréales qui arrivera à dominer à son tour dans le Pliocène. Il ne faut pas oublier de tenir compte de la position géographique de l'Anjou et de la Bretagne qui attribue à cette même époque à cette région une faune aussi chaude que celle du Miocène supérieur italien, et notablement plus chaude que celle du Miocène supérieur d'Anvers ou de l'Allemagne du Nord.

---


# Feu M. A. GAILLARD

Conservateur de l'Herbier Lloyd


---

## CATALOGUE RAISONNÉ DES DISCOMYCÈTES CHARNUS (MORILLES, HELVELLES ET PÉZIZES), OBSERVÉES DANS LE DÉPARTEMENT DE MAINE-ET-LOIRE PENDANT LES ANNÉES 1899-1902. [589.233:44.18]

— *Séance du 5 août* —

Le travail que j'ai l'honneur de présenter au Congrès est le résultat de quatre années consécutives d'excursions mycologiques dans le département de Maine-et-Loire. Mes recherches ne se sont pas uni-

quement bornées aux Discomycètes, et le nombre des Hyménomycètes déjà recueillis est de beaucoup supérieur, j'ai cru néanmoins oublier d'abord les premiers parce qu'ils sont en général moins connus, plus difficiles à déterminer, et surtout parce qu'il n'a été fait jusqu'à ce jour aucun travail sur ce sujet pour notre département.

Le principal mérite de ce petit mémoire consiste en ce que tous les échantillons signalés ont été vus et déterminés pour la plupart par M. Boudier, président honoraire de la Société Mycologique de France, auquel j'exprime ici toute ma gratitude.

---

## DISCOMYCÈTES CHARNUS

### 1re Division. — OPERCULÉS

#### Tribu des Mitrés

#### FAMILLE DES MORCHELLÉS

##### GENRE MORCHELLA

1. *Morchella crassipes* Krombl. — Espèce remarquable par son pied qui atteint parfois des dimensions considérables.

   Je n'ai observé qu'une seule fois cette espèce en Anjou; M. Saussereau, de Bocé, près Baugé, en mars 1902, en présenta 4 exemplaires dont l'un deux atteignait des dimensions anormales : hauteur, 0m48; circonférence du pied, 0m45; poids, 900 grammes.

2. *M. rotunda* (Pers.). — De couleur très variable, jaune ou fauve, à grandes alvéoles. — Fontaine-Milon, avril 1901; la plus commune sur le marché d'Angers.

3. *M. spongiola* Boud. — De grandeur moyenne à chapeau arrondi, couverte d'alvéoles petites et sinueuses, pied légèrement bulbeux à la base. — Seiches, avril 1900.

4. *M. umbrina* Boud. — D'un brun foncé, de petite taille, à chapeau arrondi ou oblong; alvéoles petites et profondes. — Pied souvent fasciculé à la base. — Saint-Sylvain, 9 avril 1901.

   Cette espèce est la première qui apparaisse sur le marché d'Angers.

5. *M. hortensis* Boud. — Chapeau brun, oblong conique, séparé du pied par une vallécule, pied ordinairement court. — Saint-Sylvain, 20 avril 1900.

   Au mois de mai 1902, il m'a été présenté un superbe lot de spécimens de cette espèce, recueillis aux environs d'Angers, dans un mélange de machefer et de résidus d'engrais chimiques : 15 kil. en ont été recueillis en une seule fois.

6. *M. costata* Vent. — Grande espèce, chapeau ovoïde allongé, brun verdâtre, à longues côtes linéaires. Pied court, arrondi à la base. — Marché d'Angers, mi-avril.

Var : *acuminata* Kick. — Plus petite, à chapeau très pointu. — Même provenance.

GENRE MITROPHORA Lév,

7. *Mitrophora hybrida* (Sow.). — De dimensions très variables. Chapeau conique, pointu, fauve ou brun, noircissant, à moitié libre (M. semilibera D. C.), pied court ou allongé. Espèce tardive et assez commune; se vend sur le marché d'Angers sous le nom de Morillon.

## FAMILLE DES HELVELLÉS

GENRE VERPA

8. *Verpa digitaliformis* Pers. — Sur un talus, route de Naunet à Saint-Sylvain, avril 1901; Les Thibaudières, mai 1901.

GENRE HELVELLA

9. *Helvella crispa* Fr. — Parc de Pignerolles, novembre 1899; Feneu, octobre 1901. — Forêt de Chandelais, octobre 1902 (MM. l'abbé Hy et Dr Dezanneau).
10. *H. lacunosa* Afz. — Pelouses du château de Beuzon, décembre 1899.
11. *H. sulcata* Afz. — Mongazon, novembre 1901 (M. l'abbé Hy).
12. *H. Albipes* Fekl. — Chapeau d'un brun noirâtre, pied lisse. — Terrains sablonneux, à Vaux, près Montreuil-sur-le-Loir, avril 1901 (M. Bouvet). — La Baronnerie, 18 avril 1903 (M. le capitaine Pyat).

## Tribu des Cupulés

## FAMILLE DES PÉZIZÉS

### Groupe des Discinés

GENRE DISCIOTIS

13. *Disciotis reticulata* (Grév.). — Grande espèce pouvant atteindre 20 centimètres de diamètre, remarquable par l'intérieur de la cupule, garni de plis anastomosés qui forment des alvéoles. Les spores mêmes doivent être recherchés sur des exemplaires très avancés en âge. — Vaux (M. Bouvet); Seiches, avril 1902, M. Thézée,

### Groupe des Acétabulés

GENRE ACÉTABULA

14. *Acetabula vulgaris* Fuck. (Peziza acetabulum L.). — Sur les pelouses, au voisinage des pins. Château de Pignerolles, près Angers, avril 1900. — Le Puy-Notre-Dame, avril 1901.

15. *A. leucomelas* Pers. — Au voisinage des Pins en avril : château de Pignerolles; route de Paris, à la Baronnie; la Baumette (M. A. Cheux).

## Groupe des Aleuriés

### GENRE ALEURIA

16. *Aleuria cerea* (Sow.) Fr. — Var. *hortensis*, spores plus petites que dans l'espèce typique. — Sur des pots de fleur, dans la serre de l'Hôpital d'Angers, 25 mars 1902.
17. *A. vesiculosa* (Bull.) Fr. — Sur le fumier, en novembre et décembre. — Les Ponts-de-Cé, Le Champ-des-Martyrs, La Baumette.
18. *A. varia* Bres. — En grandes troupes dans les bois, parmi les feuilles mortes. — Forêt de Chandelais, 14 octobre 1901; Feneu, 20 octobre 1901.
19. *A. tectoria* Cooke. — Cupules d'un jaune ochracé, souvent confluentes. — Sur un mur humide, Saint-Jean-de-la-Croix, novembre 1901 (M. Mesfray).

### GENRE GALACTINIA

20. *Galactinia succosa* Berk. — Lait jaune. — Dans les bois à Beaucouzé, propriété du Dr Dezanneau, 18 juin 1900; Bois de la Baronnerie, route de Paris, 15 novembre 1901.
21. *G. castanea* Quél. — Lait blanc. — A terre, sous les feuilles. — Bois de la Baronnerie, 15 novembre 1901.
22. *G. badia* Pers. — Forêt de Chandelais, novembre 1901.

## Groupe des Calopézizés

### GENRE OTIDEA

23. *Otidea onotica* (Pers.) Fuck. — Parc de Pignerolles, 16 novembre 1899 (M. l'abbé Hy); je l'y ai retrouvée depuis; Forêt de Chandelais, octobre 1901.
24. *O. umbrina* (Pers.) Boud. — Feneu, 20 octobre 1901.
25. *O. alutacea* Pers. — Feneu, bois de Monrepos, 20 octobre 1901; au bord d'une allée de pins à la Baronnerie, 15 novembre 1901.
26. *O. radiculata* (Sow.) Boud. — Espèce remarquable, que j'ai trouvée en compagnie du Dr Labesse sur les pelouses du château de Beuson, sous les conifères, le 3 décembre 1899. C'est en vain que je l'y ai recherchée depuis chaque année.

### GENRE PUSTULARIA

27. *Pustularia Gaillardiana* Boud., Bulletin de la Société Mycologique de France, 1902, p. 141, pl. VIII, fig. 1. — A terre, sous les feuilles tombées, bois de la Baronnerie, 15 novembre 1901.

GENRE PEZIZA

28. *Peziza aurantia* Pers. — Bois d'Avrillé, 8 novembre 1901.
29. *P. polytrichina* Pers. — Plus petite que la précédente, mais à spores plus grosses. — Sous les pins, bois de Soucelles, 28 octobre 1901; dans une allée bordée de pins au bois de la Haie, près de la butte de sable, octobre, novembre 1900.

GENRE SARCOSCYPHA

30. *Sarcoscypha coccinea* (Jacq.). — Sur brindilles, et principalement sur les branches mortes du Prunus spinosa. — Écharbot, décembre 1899, février 1900; chemin des Rêveries, etc. Assez commune dans le Saumurois, où elle est connue sous le nom de « Coccigrue ».

GENRE LACHNEA

31. *Lachnea hemisphærica* Wigg. (P. Labellun Bull.). — Au bord des sentiers dans les bois. — Beaucouzé, propriété de M. Dezanneau.

GENRE SEPULTARIA

32. *Sepultaria Sumneri* (Berk.). — Se trouve sous presque tous les cèdres de la région : à Angers même, chez M. Foucher, à la Chalouère, mars 1900; à la Romanerie et à Écharbot, avril 1901; au Fresne, à la Baumette, mars 1901 (M. A. Cheux).
33. *S. foliacea* Schœff. — Espèce voisine de la précédente, mais à spores plus petites et moins oblongues. — Je ne l'ai rencontrée qu'une seule fois sous les cèdres à la Romanerie, mêlée à la précédente.

## Tribu des Lenticulés

### FAMILLE DES CILIARIÉS

GENRE CILIARIA

34. *Ciliaria scutellata* Linn. — Sur un bac en bois pourrissant. Serre chaude du Jardin des Plantes d'Angers, 25 avril 1900 (M. Bouvet).

GENRE CHEILYMENIA

35. *Cheilymenia fibrillosa* Currey. — Espèce nouvelle pour la Flore de France. — Cupules assez grandes (2, 2 1/2 centimètres de diamètre), d'un jaune orangé, plus pâles extérieurement et couvertes, principalement vers la marge de poils hyalins, courts, formés de 3, 4 cellules, dont la supérieure se termine en masse. Spores ovoïdes allongées, paraphyses linéaires, surmontées au sommet d'une sphère assez grosse, remplie de granulations orangées. Je n'ai trouvé qu'une seule fois cette espèce en 2 échantillons, le

7 décembre 1900, dans une coupe de chênes du Parc de Pignerolles, je n'ai pu la retrouver depuis. M. Menier l'a trouvée également aux environs de Nantes.

36. *C. coprinaria* Cooke. — Dans les prés, sur la bouse de vache, chemin des Fours-à-Chaux. Avril 1902.

37. *C. pulcherrima* (Boud.) Cr. — Dans les prés humides, sur la bouse de vache. — Route de Paris, à la Lieue, 2 décembre 1901.

Espèce beaucoup plus petite que la précédente, mais à spores un peu plus grandes.

38. *C. vinacea* Rehm. — Sur le terreau renfermant du marc de raisin. — Feneu, 7 avril 1902. — Communiquée par M. Girard, pharmacien.

## FAMILLE DES HUMARIÉS

### GENRE HUMARIA

39. *Humaria humosa* F. — A terre, parmi les mousses. — Bois de la Haie, 12 décembre 1900; sur les rochers, parmi les mousses, Roche de Mûrs, 15 novembre 1901.

40. *H. convexula* Pers. — Sur les talus sablonneux, parmi les mousses. — Bois du Perray, 24 janvier 1902.

Cette espèce a parfois des spores asymétriques.

41. *H. corallina* Cooke. — Sur les talus. — Écouflant, Le Perray, 13 janvier 1901.

Espèce facilement reconnaissable à ses spores naviculaires à deux gouttelettes.

### GENRE LAMPROSPORA

42. *Lamprospora miniata* (Cr.) de Not. — Sur les murs, parmi le *Barbula muralis*, parapets du château d'Angers, tous les ans, de janvier à mars, sur les murs, à la Chalouère, route de Pruniers.

Je retrouve chaque année sur un vieux mur, chemin d'Orgemont, une forme beaucoup plus grande de cette jolie espèce, les spores sont d'un tiers plus grandes et plus finement aérolées que dans le type.

### GENRE COPROBIA

43. *Coprobia granulata* (Bull.) Boud. — Commune aux environs d'Angers sur la bouse de vache. — Saint-Barthélemy, Écharbot, etc.

44. *C. ascobolimorpha* (Cr.) Boud. — J'ai observé cette espèce une seule fois, en janvier 1902, sur des crottes de mouton recueillies dans les prés, au pont de Soucelles en décembre 1901.

### GENRE PYRONEMA

45. *Pyronema omphalodes* (Bull.). — Sur la terre, au bord d'une haie à laquelle on avait mis le feu. Chemin des fours à chaux, mars 1901.

## FAMILLE DES ASCOBOLÉS

### 1° Ascobolés vrais

#### GENRE ASCOBOLUS

46. *Ascobolus furfuraceus* Pers. — Commun sur la bouse de vache.
47. *A. immersus* Pers. — Sur le crottin de cheval. — Bois de la Haie; bois du Perray, juin 1900.
48. *A. glaber* Pers. — Bois du Perray, juin 1900. *Idem.*, var. *lenticularis* sur des crottes de lapin. — Bois d'Avrillé, février 1902.

#### GENRE SACCOBOLUS

49. *Saccobolus Kerverni* (Cr.) Boud. — Sur la bouse de vache. — Bois de la Haie, 8 juin 1900; sur un tas de fumier, la Baronnerie, 25 mai 1900.
50. *S. neglectus* Boud. — Sur des crottes de lapin, parc de Pignerolles, 23 mai 1900; sur la bouse de vache, Le Perray, 14 juin 1900.
1. *S. violascens* Boud. — Sur la bouse de vache. — La Baumette, 15 décembre 1901. — Communiqué par M. le capitaine Pyat.

Espèce à peine visible à l'œil nu, remarquable par ses paraphyses renflées en massue et légèrement violettes au sommet.

### 2° Pseudo-ascobolés

#### GENRE THECOTHEUS

52. *Thecotheus Pelletieri* (Cr.) Boud. — Sur le crottin de cheval. — Bois de la Haie, 8 juin 1900.

#### GENRE LASIOBOLIS

53. *Lasiobolus pilosus* (Fr.) Sacc. — Sur les crottes des chèvres. — Champ-des-Martyrs, 25 juin 1900 (forme typique, sub-conique, d'un jaune pâle); sur la bouse de vache. — Beuson, 15 décembre 1901 (variété *vaccinus*, d'un rouge orangé).
54. *L. Ciliatus* (Schmidt) Boud. — Sur la bouse de vache. — Prés Saint-Serge, au pont du chemin de fer.

Je n'ai trouvé cette espèce qu'une seule fois, mais en grande abondance; son diamètre est de 1-2 millimètres, elle est convexe, d'un jaune orangé, à marge friable, plus pâle, couverte de poils blanchâtres, caducs; thèques assez larges, à 8 spores ovoïdes, hyalines, unisériées. Paraphyses insensiblement épaissies vers le sommet, légèrement jaunâtres.

#### GENRE ASCOPHANUS

55. *Ascophanus Cœmansii* Boud. — Sur la bouse de vache. — Beuson, 15 décembre 1901.

Paraphyses largement renflées au sommet, et colorées en jaune verdâtre.

56. *A. granuliformis* (Cr.) Boud. — Sur la bouse de vache. — Le Perray, 6 mars 1902. Paraphyses terminées supérieurement par un bouton incolore; c'est la forme typique, d'un jaune ocracé que nous avons trouvée en Anjou.

57. *A. vicinus* Boud. — Sur les vieilles bouses de vache. — La Baumette, 11 mars 1902.

Nous avons observé la forme d'un blanc lilas, à thèques larges, insensiblement atténuées vers la base, où elles se rétrécissent brusquement pour former un court pédicelle. Spores largement ovoïdes; paraphyses hyalines renflées en massue et légèrement arquées au sommet, septées et formées d'articles légèrement étranglés aux cloisons.

58. *A. hepaticus*. — Sur le sable humide recouvert de crottes de lapins. — Route de Paris, à la Haie-Joulain, 28 janvier 1901.

De 1-3 millimètres de diamètre, brun foncé, paraphyses renflées et brunes au sommet, spores hyalines, longuement elliptiques.

59. *A. sexdecimsporus* Boud. — Sur des crottes de mouton recueillies à Soucelles, en décembre 1901.

Cette espèce se distingue facilement de toutes les autres par ses thèques larges, contenant 16 spores bisériées et ses paraphyses bifides et articulées.

60. *A. aurora* (Cr.?) Boud. — Sur la bouse de vache. — Bois de la Haie, 8 juin 1900.

Petite espèce d'aspect gélatineux, d'un rose orangé, à paraphyses filiformes, souvent arquées au sommet.

61. *A. Carneus* (Pers.) Boud. — Sur une toile d'emballage pourrie. — Le Perray, 2 janvier 1901. Spores très légèrement granuleuses à la surface.

#### GENRE RYPAROBIUS

62. *Ryparobius dubius* Boud. — Sur les crottes de chèvres, à la Lieue, 2 décembre 1901.

## 2e Division. — INOPERCULÉS

### Tribu des Clavulés

### FAMILLE DES LÉOTIÉS

#### GENRE MITRULA

63. *Mitrula paludosa* Fr. — Sur les feuilles pourries, dans un fossé remplie d'eau. — Bois du Perray, 13 juin 1900.

### Tribu des Carnosés

### FAMILLE DES OMBROPHILÉS

#### GENRE BULGARIA

64. *Bulgaria inquinans* Pers. — Commun sur les troncs abattus. — Angers, chemin des Fours-à-Chaux; forêt de Chandelais.

## FAMILLE DES CALLORIÉS

### GENRE CALLORIA

65. *Calloria fusaroïdes* (Berk.). — Sur les tiges pourries de l'Ortie. — Écouflant.

### GENRE ORBILIA

66. *Orbilia Sarraziniana*. — Sur des pieux enfoncés au niveau de la gare d'Écouflant, 8 août 1900.
67. *O. xanthostigma* Fr. — Sur vieux *Corticium* sur branche pourrie de chêne. — Parc de Pignerolles, 9 août 1900.

## Tribu des Cyathulés

## FAMILLE DES HÉLOTIÉS

### GENRE SCLEROTINIA

68. *Sclerotinia tuberosa* (Hedw.). — Parmi l'*Anemone nemorosa*, dans une coupe de chênes du parc de Pignerolles, 9 avril 1900.
69. *S. Trifoliorum*. — Parmi les mousses, à Nameet, chez M. Letourneau, 19 décembre 1900.

### GENRE PHIALEA

70. *Phialea echinophila* (Bull.). — Dans les involucres pourris des fruits du châtaignier. — Beaucouzé, dans la propriété de M. le docteur Dezanneau, octobre 1900. — Feneu, septembre 1902.
71. *P. firma* (Bolt.). — Sur branche pourrie. — Parc de Pignerolles, 15 novembre 1899; sur brindilles dans les bois, route de Juigné-Béné, à Feneu, octobre 1902.

### GENRE CHLOROSPLENIUM

72. *Chlorosplenium æruginosum* Fr. — Sur les troncs pourris. — Forêt de Chandelais, octobre 1902. — Communiquée par MM. l'abbé Hy et le Dr Dezanneau.

Cette espèce fructifie rarement en Anjou, bien que le mycelium se rencontre assez fréquemment dans les branches pourries.

### GENRE HELOTIUM

73. *Helotium fructigenum* (Bull.). — Sur les glands du chêne en décomposition. — Bois de Beuson, 2 décembre 1901.
74. *H. albellum*, var. *Æsculi* Phill. — Sur les brindilles. — Beuson, 9 décembre 1901.
75. *H. salicellum*. — Sur les branches décortiquées des saules, au pied de la Roche de Mûrs, 15 novembre 1901.
76. *H. serotinum*. — Sur les brindilles, route de Corné, près de Pignerolles, 21 janvier 1901.

## FAMILLE DES DASYSCYPHÉS

### GENRE DASYSCYPHA

77. *Dasyscypha virginea* (Batsch.). — Sur les brindilles. — Parc de Pignerolles, 9 avril 1900.
78. *D. nivea* (Hedw.). — Sur tronc pourri, Parc de Pignerolles, 23 mars 1900; sur une trappe en bois, dans une cave, à Angers, avril 1902. Communiquée par M. Mesfray.
79. *D. bicolor* (Bull.). — Sur brindilles de chêne, bois de la Haie, mars 1901; bois d'Avrillé, avril 1902.

### GENRE TAPEZIA

80. *Tapezia aurelia* (Pers.) Boud. — Sur les chatons pourrissants, les fruits et les feuilles du châtaignier. — Beaucouzé, dans le bois de M. le Dr Dezanneau, 25 mai 1900.

### GENRE MOLLISIA

81. *Mollisia albella.* — A la face interne de l'écorce des pins. — Bois de Soucelles, 11 décembre 1901.
    Très petite, d'abord blanche, puis d'un jaune citrin, opaque. Spores naviculaires, à deux sporidioles.
82. *M. cinerea* (Batsch.). — Commune sur les troncs coupés et les écorces pourries. — Parc de Pignerolles, mars 1900.
83. *M. livido-fusca.* — Un peu plus grande et de couleur plus foncée que la précédente. Spores plus allongées. — Sur l'écorce pourrissante du bouleau. — Bois de Soucelles, 11 décembre 1901.
84. *M. conigena.* — Sur les cônes des pins. — Saint-Barthélemy, 9 avril 1900; route de Paris, à la Haie-Joulain, 28 janvier 1901.

### GENRE MOLLISIELLA

85. *Mollisiella ceracella.* — A la face interne de l'écorce pourrie du charme. — Bois de Beuson, 2 décembre 1901.

---

# M. G. BOUVET

à Angers

## LES RUBUS DE L'ANJOU. RÉSUMÉ DES FAITS ACQUIS

— *Séance du 5 août* —

Depuis plus de 30 ans que j'étudie les *Rubus* de l'Anjou, j'ai réuni de nombreux matériaux qui, ajoutés à ceux reçus de Genevier lui-même ou retrouvés dans les herbiers de Bastard, Boreau, Provost, Lloyd, m'ont permis de rédiger un travail d'ensemble sur les formes observées jusqu'à ce jour dans la région.

La communication que j'ai l'honneur de présenter au Congrès n'est qu'un extrait de ce travail réduit à ses grandes lignes.

Je prie M. Sudre, l'éminent spécialiste qui a bien voulu revoir et annoter ma collection, en même temps que celle de Boreau, d'agréer ici l'expression de ma profonde reconnaissance.

### HOMEACANTHI Bouv.

Turion à aiguillons uniformes, égaux, régulièrement disposés sur les angles; *pas d'acicules secondaires*. Glandes pédicellées nulles ou accidentelles.

#### SUBERECTI P.-J. Muel.

Turion dressé, arqué seulement au sommet, anguleux, glabre et luisant. Feuilles caulinaires vertes sur les deux faces, rarement grisâtres en dessous. Inflorescence en forme de grappe simple ou de corymbe. *Sépales verts ou bruns verdâtres sur le dos, à bordure blanche.* — Glandes pédicellées nulles. Floraison précoce (commencement de juin).

**R. nitidus** W. et N. — Turion à faces planes. Fleurs roses ou rosées. Trois formes :

**R. integribasis** P.-J. Muel.; Genev., *Monog. 1880. R. plicatus* sbsp. *divaricatus β roseiflorus* Boul., *Fl. Fr. (R. et C.). R. divaricatus* Boul., *Ass. rub. nos 361 et 530;* Genev. p. max. p., non P.-J. Muel.

Foliole caulin. terminale oblongue allongée ou rhombée. Inflorescence en forme de grappe simple ou de corymbe, parfois garnie de bractées foliacées jusqu'au sommet, *peu aiguillonnée*; pédicelles primaires allongés, grêles. *Sépales étalés*, ceux de la fleur terminale

appendiculés, parfois foliacés et redressés. Pétales rose pâle, *oblongs*, relativement *étroits* et *distants*. *Etamines blanches*, *courtes*, *égalant* ou *dépassant peu les styles verts*.

Landes humides, bois, sablonnières. — C.

**R. hamulosus** Lef. et Muel. — Diffère du précédent par l'axe de l'inflorescence, les pédoncules et pédicelles armés d'aiguillons nombreux et *recourbés en corne de bélier*.

R. — La Breille, marais des Loges (*Herb. Bor.*).

**R. holerythros** Focke, *R. nitidus* Bor., *Fl. cent.*; Genev., p. max. p. — *Plus robuste dans toutes ses parties*. Feuilles caulin. à foliole terminale tronquée ou légèrement cordiforme à la base; les raméales finement veloutées et tendant à devenir *grisâtres en-dessous*. Inflor. plus compliquée, en partie corymbiforme, *fortement aiguillonnée*, à aiguillons robustes, droits ou faiblement arqués. *Sépales réfléchis*, excepté dans la fleur terminale où ils sont souvent étalés et appendiculés. Pétales roses, *plus larges*, *presque contigus*. *Étamines roses*, *dépassant longuement les styles rosés*.

Landes, débris schisteux. — C.

### SILVATICI P.-J. Muel.

Turion élevé, arqué, procombant, anguleux ou subarrondi. — Feuilles caulin. vertes sur les deux faces, plus rarement grisâtres en dessous. *Inflorescence en thyrse*. *Sépales gris-tomenteux*. — Glandes pédicellées nulles ou accidentelles.

#### GRATI Sudre

*Calice étalé*. — Pas de glandes

**R. clethraphilus** Genev. (an Boul.??), *R. pedatifolius* Genev. (olim.), *R. clathrophilus* Sudre.

Foliole caulin. terminale *brusquement acuminée*. *Bractées entières dans leur partie inférieure, à dents profondes, allongées et couchées dans leur partie moyenne et supérieure*. Pétales carnés. Étamines blanches, dépassant les styles verdâtres. Jeunes carpelles d'abord hérissés, bientôt glabres. — Floraison très précoce (fin mai-juin).

AR. — Montreuil-Belfroy, forêt de Chandelais, forêt de Chambiers. — Champtoceaux (Genev. *in herb.* Bor.). — Le Fief-Sauvin (Préaubert).

#### EUVIRESCENTES Genev.

Feuilles vertes en dessous. *Calice presque toujours réfléchi*. Inflor. ordinairement pourvue de quelques glandes stipitées.

#### † CALVESCENTES Genev. p.p.

*Tige stérile glabre ou glabrescente*. Rameau florifère et inflorescence glabrescents ou maigrement hérissés.

**R. imbricatus** Hort. *Ann. nat. hist.* (1851); Babgt. *R. immitis* Genev. ! p. max. p., non Bor. !

*Turion grêle, subarrondi.* Feuilles 5-nées; foliole terminale largement ovale, en cœur, acuminée; *les latérales brièvement pétiolulées, les inférieures subsessiles; toutes à dents irrégulières, fines, aiguës, profondes, minces,* vertes en dessous et *se recouvrant par les bords.* Rameau arrondi, peu poilu, à aiguillons falqués. Feuilles 3-5-nées, plus pâles en dessous, rarement grises-tomenteuses au sommet. Infloresc. non glanduleuse. Calice non aculéolé, réfléchi. Pétales roses. Étamines blanches, *dépassant* les styles verdâtres. Jeunes carpelles poilus, abondants.

R. — Torfou (Sudre).

**R. Questieri** Lef. et Muel.; *R. calvatus* Bor., *Fl. cent.*

*Tige anguleuse à faces excavées.* Infloresc. à bractées allongées, longuement acuminées, *dépassant les ramuscules florifères.* Calice réfléchi. Pétales roses, *échancrés.* Étamines blanches, *dépassant* les styles d'un rose sale. Jeunes carpelles glabres.

Bois, coteaux, débris schisteux. — C.

β FALLAX (Chab.) Boul., *R. acuminatus* Genev. — Forme grêle, à feuilles minces et bractées longuement acuminées. — Bois couverts, Saint-Barthélemy (Préaubert).

γ APRICA Bouv. — Feuilles raméales et bractées blanches en dessous; panicule étroite, resserrée. — Angers, à Saint-Nicolas, sur les débris schisteux.

**R. elumbis** Sudre.

*Turion grêle, subarrondi,* glabre ou presque glabre, à glandes sessiles, à aiguillons petits peu comprimés, presque égaux, droits ou déclinés. Feuilles 3-4-nées, vertes et peu poilues en dessous, *à dents très superficielles, à mucron étalé; foliole caulin. terminale étroitement obovale, cunéiforme, entière, brusquement acuminée,* à pétiolule égalant le 1/5 de sa hauteur. Rameau arrondi, peu velu, à glandes courtes et rares, à aiguillons petits, déclinés; feuilles 3-nées, vertes en dessous, semblables aux caulinaires. Infloresc. petite, peu feuillée, hérissée, à aiguillons grêles, un peu glanduleuse sur les bractées; pédoncules moyens 2-3-flores, à pédicelles fins, fasciculés. Calice velu, ni glanduleux, ni aculéolé, réfléchi. Pétales roses, ovales, échancrés, rétrécis en onglet. Étamines blanches, *égalant* les styles verdâtres. Jeunes carpelles glabrescents.

R. — Forêt de Chandelais.

## †† PILETOSI Genev. pp.

*Tige stérile poilue.* — Rameau florifère et infloresc. lâchement velus-hérissés, surtout au sommet.

**R. macrophyllus** W. et N. (includens *R. piletostachys* Gr. God.).

Foliole caulinaire terminale insensiblement rétrécie en un acumen large à sa base. Pétales blancs, ou rosés (*R. piletostachys* Gr. God.). *Étamines blanches* dépassant les styles verdâtres. Jeunes carpelles glabres.

Bois, endroits couverts. AR. — Angers, bois de la Haie; forêt de Longuenée; Montigné; Montreuil-sur-Loir. — Chalonnes (Bart.). — Le Longeron (Genev. in *herb.* Bor.).

**R. macrophylloides** Genev., *R. carpinifolius flore roseo* Bor.

Diffère du précédent par la *foliole caulin. terminale ovale-elliptique, allongée, non échancrée à la base*; les pétales et *étamines roses*.

R. — Angers, à Saint-Nicolas.

**R. pyramidalis** Kalt., *R. umbraticus* P.-J. Muel.! Genev.

*Feuilles épaisses*, munies en dessous d'une *villosité veloutée, dense, jaunâtre, pectinée sur les nervures.*

R. — Le Longeron (Genev. in *herb.* Bor.).

## DISCOLOROIDES Genev.

Feuilles, au moins les raméales supérieures, *grises ou blanches-tomenteuses en-dessous.* Calice réfléchi. Pas de glandes.

**R. bipartitus** Boul. et Bouv., *Ass. rub.* n° 109; Genev., *Monog. R. recognitus v. bipartitus* Sudre.

Turion glabre. *Pétales rose pâle, profondément bifides;* étamines plus ou moins roses, surtout à la base, dépassant les styles vert-rosé. Jeunes carpelles poilus.

AC. — Angers, Beaucouzé, Écouflant, Montreuil-sur-Loir.

**R. consobrinus** Sudre, *R. stereacanthus* Genev.! salt. ex. p. (non Müll.).

Turion un peu poilu, à grands aiguillons droits. Foliole caulinaire terminale *seulement tronquée* à la base, insensiblement terminée en pointe, *largement et irrégulièrement dentée.* Rameau florifère velu dès la base. *Inflorescence à aiguillons nombreux, forts et longs.* Sépales aculéolés, cuspidés-appendiculés dans la fleur terminale. *Pétales blancs, entiers.* Étamines blanches, dépassant les styles verts. Jeunes carpelles glabres.

R. — Angers. — Le Longeron (Genev. in *herb.* Bor.).

**R. cardiophyllus** Lef. et Müll.; Genev. p. min. p.

Voisin du précédent, mais turion glabre, à feuilles supérieures seules discolores; foliole caulin. terminale suborbiculaire, *nettement en cœur à la base*, brusquement et longuement acuminée, *à denticulation fine et peu profonde*; rameau florifère glabrescent; feuilles supérieures blanches-tomenteuses en dessous, les inférieures vertes; *infloresc. à aiguillons petits, espacés*; pédicelles courts, fasciculés; sépales non aculéolés, courts, non appendiculés, même dans la fleur terminale.

RR. — Angers, à Saint-Nicolas, sur les débris schisteux.

## DISCOLORES P.-J. Muel.

Turion arqué-procombant, anguleux, glabre ou à poils courts et appliqués, souvent cérosineux. *Feuilles caulin. nettement blanches-tomenteuses en dessous.* Infloresc. en thyrse. Sépales blancs-tomenteux, réfléchis. Pétales tantôt ovales, plus ou moins oblongs, longuement atténués en onglet et distants, tantôt plus ou moins suborbiculaires, rétrécis en coin ou subitement contractés en onglet court et contigus. — Pas de glandes stipitées. — Floraison : juillet.

## RUSTICANI Genev.

Turion à faces concaves, *cérosineux, garni de flocons blancs appliqués ou couvert comme d'un enduit farineux.* Feuilles à surface convexe, à folioles inférieures pétiolulées (*). Infloresc. à tomentum ras, pubérulent, à aiguillons généralement falciformes. Pédoncules et pédicelles très étalés. *Pétales contigus,* plus ou moins suborbiculaires, *rétrécis en coin à la base*, rose plus ou moins foncé, rarement blancs. *Étamines égalant ou dépassant peu les styles.*

**R. ulmifolius** Schott. f., *R. rusticanus* Merc. (salt. ex. p.).

Haies, lieux secs et découverts, broussailles. — CC.

Type excessivement polymorphe, dans lequel on peut établir les divisions suivantes :

I. Foliole caulin. terminale *obovée-cunéiforme, élargie dans sa moitié supérieure*, ou *suborbiculaire*, ou, plus rarement, subrectangulaire, entière ou légèrement échancrée à la base (*forma obovata* Malb.).

1. Folioles à dents fines et superficielles.
2. Folioles à dents larges et plus ou moins profondes.

II. Foliole terminale *oblongue-elliptique, plus ou moins étroite,* entière-arrondie ou très légèrement échancrée à la base (*forma elliptica* Malb).

## EUDISCOLORES Genev. (*R. hedycarpus* Focke)

Turion *brun*, rarement glauque, à faces planes ou excavées, rarement canaliculées, glabre ou glabrescent. Feuilles à surface plane, à *folioles inférieures distinctement pétiolulées.* Infloresc. plus ou moins velue-hérissée; pédicelles étalés. Pétales roses ou rosés, largement ovales et *insensiblement rétrécis à la base*, ou suborbiculaires et *subitement contractés en onglet,* contigus. *Étamines* ordinairement *longues* et *dépassant beaucoup les styles.*

† Fleurs roses ou rosées.

§ Pétales suborbiculaires, subitement contractés en onglet nettement accusé.

⊙ Turion à faces planes ou peu excavées. Infloresc. à aiguillons droits.

**R. discolor** Genev. ! (an W. et N. ?). *R. pseudo-bifrons* Sudre, in *herb.* Müll. *R. cuspidifer β vulnerificus* Boul., *Fl. Fr. (R. et C.);* Ass. rub., nos 77, 695.

Turion d'abord plus ou moins poilu, à la fin glabrescent et brun. Feuilles épaisses, plissées et ondulées sur les bords, *à dents fines, aiguës,*

(*) Lorsque les folioles inférieures sont sessiles et le calice étalé, c'est qu'on se trouve en présence d'un hybride avec intervention de *R. cæsius.*

*superficielles,* à tomentum plus maigre en dessous que dans le suivant. Pétales roses. *Étamines égalant ou dépassant peu les styles.* Jeunes carpelles poilus. — Établit le passage entre *R. ulmifolius* et *R. propinquus.*
AC. — Angers, à Saint-Nicolas; Pruniers. — La Membrolle, Le May (Préaubert). — Saint-Christophe-du-Bois (Genev. in *herb. Bor.*)

**R. propinquus** P.-J. Muel.; Genev. *p. min. p.*
Turion souvent glauque-cérosineux. Feuilles à tomentum plus prononcé en dessous que dans le précédent, *à dents plus larges et plus profondes.* Infloresc. plus hérissée. *Étamines dépassant sensiblement les styles.*
AC. — Angers, bois de la Haie; Montjean; Tiercé. — Cholet, Torfou (Sudre).

⊙ ⊙ Turion à faces profondément excavées ou canaliculées.

Δ Inflorescence à aiguillons nettement crochus.

**R. hamosus** Genev., *R. macrostemon β hamulosus* Sudre. — Turion à *faces canaliculées,* glabre ou glabrescent. Rameau florifère et infloresc. à *aiguillons nettement crochus.* Pétales roses ou rosés, suborbiculaires, subitement contractés en onglet prononcé. Étamines blanches ou rosulées, dépassant les styles verdâtres, parfois rosés à la base. Jeunes carpelles à quelques longs poils.
R. — Montreuil-Belfroy. — Angers (Bor. in *herb.*).

ΔΔ Inflorescence à aiguillons droits.

**R. confluentinus** Wirtg. — Turion velu. Folioles rhombées, grossièrement dentées. *Aiguillons* des rameaux florifères, *longs, droits,* déclinés. Sépales longuement cuspidés, surtout dans les fleurs terminales.
R. — Seiches, route de Montreuil.

§§ Pétales ovales élargis, insensiblement rétrécis à la base.

**R. macrostemon** Focke; Boul., *pp. R. robustus* Müll. — Turion à faces planes ou très peu excavées. *Aiguillons* des pétioles et du rameau florifère *fortement falqués* ou *crochus.* Pédoncules étalés. Pétales rose pâle. Étamines blanches, dépassant les styles verdâtres. Jeunes carpelles presque glabres.
AR. — Angers. — Saint-Christophe-du-Bois (Genev. *in herb. Bor.*).

**R. occiduus** Boul. et Bouv., *Ass. rub.* n° 4! (non 148 nec 610); *R. macrostemon f$^{ma}$ occiduus* Sudre. — Turion glabrescent. *Foliole raméale terminale longuement rétrécie, cunéiforme à la base.* Pétales rose pâle, ovales-oblongs, entiers. Étamines blanches ou rosulées, dépassant les styles rosés. Jeunes carpelles glabres.
RR. — Angers à Saint-Nicolas.

**R. flexicaulis** Genev.! ex spécim. *herb.* Bor., non *Monog.* 1880; *R. Reichenbachii* Bor., *Fl. cent.; R. macrostemon f$^{ma}$ flexicaulis* Sudre. — Turion anguleux, à faces planes ou presque planes. *Aiguillons* des pétioles et des rameaux peu comprimés, *longs, droits ou déclinés.* Foliole caulinaire terminale brusquement et longuement acuminée. Rameau flori-

fère flexueux. Infloresc. à nombreuses glandes sessiles. Pétales rose pâle, grands, *légèrement échancrés au sommet*. Étamines rosulées, beaucoup plus longues que les styles verts. Jeunes carpelles glabres.

R. — Montreuil-Belfroy.

†† Fleurs blanches.

§ Pétales ovales-oblongs, insensiblement rétrécis à la base.

**R. pubescens** Weih.; *R. elatior* Focke.

Turion à faces légèrement excavées, un peu velu. Foliole caulinaire terminale ovale-oblongue, entière à la base, insensiblement rétrécie au sommet en un acumen prononcé. Infloresc. hérissée; aiguillons falqués, à base dilatée, ce qui les fait paraître légèrement crochus; *pédoncules primaires très étalés, à pédicelles étalés-divariqués*. Pétales blancs. Étamines blanches beaucoup plus longues que les styles verts. Jeunes carpelles glabres.

AR. — Angers, Montreuil-Belfroy, Villevêque.

§§ Pétales suborbiculaires, subitement contractés en onglet nettement accusé.

**R. emollitus** Sudre. — Turion poilu. Foliole caulinaire terminale large et émarginée. Étamines blanches, dépassant les styles verts. Jeunes carpelles presque glabres.

AC. — Angers, Épiré, etc.

**R. amiantinus** Focke. — Turion glabre. Foliole caulinaire terminale étroitement obovale, plus ou moins *cunéiforme, brusquement et longuement acuminée*. — Pétales blancs ou très légèrement rosés. Carpelles hérissés.

R. — Angers, Pruniers.

THYRSOIDEI Genev.

*Turion à faces profondément canaliculées,* glabre. Feuilles caulinaires à *folioles inférieures sessiles* ou *très brièvement pétiolulées. Pédoncules ascendants*. Pétales blancs, ovales-oblongs, distants. *Étamines dépassant les styles.*

**R. thyrsoideus** Wimm. — *Feuilles* insensiblement rétrécies en un long acumen, *vivement dentées*, en dessous blanches-tomenteuses au soleil, grisâtres à l'ombre. Rameau florifère anguleux, glabrescent. Inflorescence étroite, à aiguillons petits, déclinés ou falqués. Étamines blanches *dépassant les styles verdâtres*. Jeunes carpelles glabres. — Deux formes :

**R. candicans** Weih. — Feuilles caulinaires à *folioles* toutes *étroitement ovales-oblongues*. C.

**R. thyrsanthus** Focke. — *Foliole caulinaire terminale largement ovale-arrondie*, plus ou moins *en cœur à la base*. Infloresc. à aiguillons légèrement falqués, plus robustes, vulnérants. Fleurs plus grandes. Floraison précoce (premiers jours de juin).

RR. — Feneu.

## TOMENTOSI Wirtg.

Turion très anguleux, *à faces excavées ou canaliculées. Folioles grossièrement et largement dentées-lobulées,* les *latérales très brièvement pétiolulées.* Pétales blancs. *Étamines courtes, égalant ou dépassant peu les styles.*

**R. Linkianus** (Seringe) Focke; *R. Thuillieri v. pomponius* Bor., *Fl. cent.; R. robustus flore pleno* Genev.! — Feuilles profondément et doublement dentées, subincisées. *Fleurs doubles.* Pétales blancs, légèrement rosés dans le bouton. Étamines blanches, dépassant peu les styles verts.
Cultivé dans les jardins et çà et là naturalisé dans les haies : Les Rosiers; Montsoreau. — Pontigné (Bor. in *herb.*). Vivy. — (Trouillard).

**R. malacus** Sudre. — Plante d'un vert-jaunâtre. Turion glabre, à faces excavées ou canaliculées. Feuilles à dents larges, inégales, peu profondes; *foliole terminale ovale, profondément émarginée* à la base. Infloresc. à aiguillons géniculés. Fleurs..... Très fertile.
R. — Thouarcé.

**R. collicolus** Sudre. — Turion à faces plus ou moins excavées, glabre ou pubérulent, *dépourvu d'acicules et de glandes. Feuilles caulinaires toutes étroitement ovales-elliptiques.* Infloresc. composée, poilue, à aiguillons déclinés ou falqués. Pétales blancs, à onglet fin, étroit. Étamines blanches, égalant les styles verdâtres. Jeunes carpelles plus ou moins velus. — Fertile.
R. et très localisé. — Yzernay, Maulévrier, Mazières, Cholet (Préaubert). — Thouarcé, Beaulieu (Bouv.).

Obs. — Les *R. Linkianus, malacus* et *collicolus* sont intermédiaires entre les *R. thyrsoideus* et *tomentosus v. glabratus.* Joints aux hybrides du *R. tomentosus* qui ont absolument le même port, ils correspondent à ce que j'avais appelé autrefois *R. calcicola.*

**R. tomentosus** Borckh. — *Turion faible, décombant* ou *couché,* garni *d'aiguillons petits, falciformes, aciculés-glanduleux* et *plus abondants vers l'extrémité.* Rameau florifère grêle, anguleux, canaliculé, garni de *petits aiguillons crochus, jaunâtres.* Infloresc. presque simple, étroite, allongée, plus ou moins serrée contre l'axe. Pétales *d'un blanc-jaunâtre,* montrant une tendance marquée à la duplicature. Étamines *blanches, courtes, égalant ou dépassant peu les styles,* verdâtres. Jeunes carpelles glabres, *oblongs,* peu nombreux, *noirs à maturité.*
La véritable place du *R. tomentosus* est dans les Heteracanthi, à côté des *Triviales;* toutefois, comme il se présente rarement dans nos régions sous sa forme typique (tige stérile à aiguillons inégaux, dissemblables, entremêlés d'acicules et de glandes pédicellées), mais, le plus souvent, sous des formes amoindries dans leurs caractères, profondément modifiées par leur éloignement du centre de dispersion et se rapprochant de plus en plus des *Thyrsoidei*, il est peut-être plus pratique, à l'exemple de MM. Boulay et Sudre, de le ranger parmi les *Discolores.*
Deux formes :

α GENUINUS God., *R. tomentosus canescens* Wirtg. — *Feuilles cendrées-tomentelleuses en dessus.*

RR. — Maulévrier, entre la gare et le bourg.

β GLABRATUS God., *R. Lloydianus* Genev. — *Feuilles glabres en dessus.*

R. — Maulévrier, entre la gare et le bourg; Mazières. — Somloire (Bast.). — De Cholet à Mortagne (Genev.).

La plante, dans ces localités, ne s'éloigne guère des bords des routes et n'est peut-être que naturalisée; dans tous les cas, son introduction doit remonter à une haute antiquité si l'on considère les nombreux hybrides auxquels elle a donné naissance autour d'elle.

## HETERACANTHI Dum.

Turion à aiguillons dissemblables et inégaux, dispersés sans ordre et *entremêlés d'acicules et de glandes pédicellées.*

### APPENDICULATI Genev.

*Folioles toutes très distinctement pétiolulées.* Inflorescence thyrsiforme. Divisions du calice ordinairement appendiculées. *Carpelles égaux, ni gonflés, ni pruineux.*

#### VESTITI Focke, *pp.*

Turion nettement anguleux, robuste, plus ou moins élevé, arqué-procombant, muni d'*aiguillons presque égaux*, vulnérants, bien distincts des acicules qui sont peu nombreux. *Glandes pédicellées rares.* Feuilles blanches ou grisâtres-tomenteuses en dessous, la plupart 5-nées. Inflorescence très velue, hérissée, mais à peu près dépourvue d'*acicules et de glandes pédicellées.* Divisions du calice étalées ou réfléchies après l'anthèse. Pétales grands, suborbiculaires ou largement obovés, rarement oblongs.

† Fleurs blanches.

**R. separinus** Genev. — Turion d'un vert glauque. *Feuilles* épaisses, *coriaces*, d'un vert glauque, *à dents fines et aiguës;* les caulinaires à foliole terminale largement ovale, à base arrondie, entière ou subéchancrée; les raméales à foliole terminale rhomboïdale ou suborbiculaire. Calice réfléchi. Fleurs grandes. Pétales blancs, ovales. Étamines blanches, dépassant les styles violacés ou rouges. Jeunes carpelles glabres.

R. et localisé : Montrevault. — Torfou (Sudre).

†† Fleurs roses.

**R. Mercieri** Genev.; *R. spectabilis* Merc., non Pursh. — Inflorensc. pourvue de quelques glandes stipitées. *Turion glabre. Pétales* roses, ovales, *élargis dans leur milieu, à sommet aigu.* Jeunes carpelles un peu poilus. — Facies d'un *thyrsoïdeus* ou d'un *Radula* dont on serait tenté de le croire hybride.

R. — Beaucouzé.

**R. alterniflorus** Muel. et Lef. — *Turion velu*. Foliole caulinaire terminale ovale-oblongue, longuement acuminée, largement et profondément dentée, à surdents inégales, aiguës, divariquées. *Calice réfléchi*. *Pétales* roses, ovales-arrondis au sommet, *brusquement contractés en onglet*. Étamines roses, styles verdâtres. *Jeunes carpelles glabres*. — Facies d'un *discolor (hedycarpus)* dont il diffère surtout par la présence de quelques rares glandes stipitées sur l'inflorescence.

R. — Bauné.

**R. andegavensis** Bouv.; *R. gymnostachys* Genev., *p. max. p.*; *R. umbrosus* Bor. — *Turion poilu. Foliole caulinaire terminale à base et à sommet élargis*, ce qui lui donne une forme un peu rectangulaire, brusquement acuminée. Inflorescence hérissée, pourvue de quelques glandes rares et espacées. *Calice réfléchi*. Pétales d'un beau rose, suborbiculaires, subitement contractés en onglet. *Étamines* blanches-rosulées, *égalant* ou dépassant peu les styles verdâtres. *Jeunes carpelles poilus*.

AC. — Angers, Montreuil-Belfroy, Saint-Lambert-la-Potherie, Saint-Jean-de-Linières, Lézigné, Brissac (où elle abonde). — Maulévrier (Genev.). — Lué, Bauné (Bor.). — Châtelais, Champigny-le-Sec (Préaubert).

**R. oligadenes** Sudre. — *Turion canaliculé glabre*. Feuilles d'un vert foncé en dessus, un peu grisâtres en dessous. Rameaux florifères très allongés. Inflorescence glanduleuse. Fleurs petites. *Calice étalé*. Pétales distants, rose pâle, échancrés. *Étamines* blanches, *égalant* les styles verdâtres, rosés à la base. Jeunes carpelles un peu velus.

RR. — Angers, route de Saint-Clément.

**R. Boraeanus** Genev. — *Turion à faces planes, poilu*, glanduleux, à aiguillons très inégaux, les plus petits aciculaires. *Divisions du calice étalées après l'anthèse*. *Pétales* roses, *petits*. *Étamines* rosulées surtout à la base, *égalant* ou dépassant peu les styles verdâtres, rosés à la base. *Jeunes carpelles hérissés*.

C. — Angers, etc.

**R. adscitus** Genev.; *R. hypoleucos* Lef. et Muel., non Vest.; *R. micans* Billot, non Gr. et God. — *Turion* anguleux, *hérissé*. Feuilles 3-5-nées. *Inflorescence très hérissée de poils brillants*, peu glanduleuse. *Divisions du calice* longuement acuminées en pointes étroites, *réfléchies*. Pétales rose pâle, oblongs, parfois légèrement échancrés au sommet. *Étamines* blanches, *plus grandes* que les styles verdâtres. *Jeunes carpelles glabres*.

AC. — Angers, Montreuil-Belfroy, Beaucouzé, Mûrs, etc.

### SPECTABILES P.-J. Muel., *p. p.*

Turion anguleux, robuste, élevé, plus rarement obtus ou subarrondi, faible ou couché, muni *d'aiguillons très inégaux; glandes pédicellées* plus ou moins longues, *très abondantes*. Feuilles 5-nées, plus rarement 3-nées. *Inflorescence* chargée de *soies et de glandes abondantes* qui passent en *nombreux acicules*. Divisions du calice réfléchies après l'anthèse, si ce n'est dans la fleur terminale où elles sont souvent relevées. Pétales ovales, plus ou moins oblongs.

### † SPECTABILES VERI Boul. p. p.

Feuilles caulinaires grises ou blanches-tomenteuses en dessous. Fleurs roses.

**R. Genevieri** Bor. — Divisions du calice longuement appendiculées, étalées après l'anthèse puis réfléchies. *Pétales* roses, *ovales-spatuliformes*, ordinairement *échancrés au sommet, brusquement rétrécis en onglet long et étroit*. Étamines blanches, plus grandes que les styles verts, rosés à la base. *Jeunes carpelles hérissés*. — Floraison tardive : juillet.

AC.

L. *R. bracteatus* Bor. n'est qu'une forme anormale établie sur des tiges de première année à inflorescences d'un développement exagéré et pourvues par suite de nombreuses bractées.

**R. discerptus** P.-J. Muel. — *Feuilles grossièrement et très inégalement dentées, à dents aiguës, cuspidées, divariquées*. Divisions du calice très longuement appendiculées. Pétales rose pâle, ovales, à onglet court. Étamines blanches rosulées, dépassant les styles verdâtres. *Jeunes carpelles glabres*.

AC. — Angers, Mûrs, etc.

**R. ericetorum** (Lef.) Genev. ! *R. uncinatus* Boul., non Muel. — Divisions du calice réfléchies. *Pétales* roses, ovales, étroits, insensiblement atténués en onglet, *très légèrement émarginés au sommet* (et non bifides comme le dit Genevier dans sa description). Étamines rosulées, dépassant les styles roses. *Jeunes carpelles glabres*.

AC. — Angers, Beaucouzé, etc.

**R. mutabilis** Genev. (salt. *p. max. p.*). — Turion anguleux glabrescent. *Divisions du calice fortement aciculées*, étalées, relevées dans la fleur terminale. Pétales rose pâle, oblongs, étroits. Étamines blanches, dépassant les styles verts. *Jeunes carpelles glabres*.

R. — Angers, en Reculée.

### †† SPECTABILES SUBGLANDULOSI Boul.

Feuilles caulinaires vertes en dessous.

§ Fleurs roses.

**R. Sudrei** Bouv. — *Turion* subarrondi, *très velu*. Feuilles caulinaires vertes en dessous, *finement* et inégalement *dentées*, à *foliole terminale*, subrectangulaire, un peu rétrécie à la base, *brusquement contractée en acumen*. Infloresc. à aiguillons droits, nombreux, robustes. Pétales roses, ovales-oblongs. Étamines blanches, dépassant les styles verts. *Jeunes carpelles glabres*.

R. — La Membrolle, Montreuil-Belfroy.

Semble particulièrement répondre à la description du *R. atratus* Genev.; mais, comme celui-ci, d'après des échantillons de l'herbier Boreau, ne semble pas différer du *R. ericetorum*, dont ma plante, au contraire, s'éloigne beaucoup, je préfère, pour éviter toute confusion, lui donner un

nom et le dédier à M. Sudre, en reconnaissance du précieux concours que n'a cessé de me prêter cet éminent botaniste.

**R. melanoxylon** Muel. et Wirtg. — *Turion arrondi, glabre. Feuilles raméales supérieures blanches en dessous. Divisions du calice* peu ou point aciculées, *réfléchies. Pétales* roses, *largement ovales, subitement contractés en onglet court. Étamines* blanches, rosulées, *égalant* ou dépassant très peu les styles verts, rosés seulement à la base. *Jeunes carpelles glabres.*

RR. — Montreuil-Belfroy.

**R. scaber** Weihe et Nees. — *Turion* faible, *subarrondi, glabrescent.* Feuilles à *folioles oblongues-allongées,* longuement acuminées, vertes en dessous. Rameau florifère grêle, à aiguillons fins, droits. *Calice étalé.* Pétales rosés. *Étamines* blanches, *dépassant beaucoup* les styles roses. *Jeunes carpelles hérissés.*

RR. — Forêt de Longuenée.

**R. squalidus** Genev. — *Turion anguleux,* muni *d'aiguillons très nombreux, à base dilatée et renflée. Foliole* caulinaire terminale *ovale en cœur,* arrondie dans les 2/3 inférieurs, souvent incisée au sommet, terminée en pointe étroite, allongée, très aiguë. Rameau florifère à aiguillons déclinés ou falqués. Division du calice d'abord étalées, puis réfléchies. Pétales rose pâle, obovales, petits, un peu échancrés. Étamines blanches, dépassant un peu les styles verts. *Jeunes carpelles hérissés.*

RR. — Torfou.

**R. adornatiformis** Sudre, *R. rosaceus* Genev., non Weihe. — *Turion* faible, rampant, *arrondi, poilu.* Feuilles vertes, la plupart 3-nées; les raméales à *foliole terminale cunéiforme.* Fleurs roses. *Jeunes carpelles hérissés.*

RR. — Bégrolles, à Bellefontaine (Genev.).

§§ Fleurs blanches.

**R. fuscus** Weihe. — *Turion* anguleux, *velu.* Infloresc. à aiguillons droits, un peu déclinés. Divisions du calice d'abord étalées ou réfléchies, puis relevées au moins dans la fleur terminale. *Pétales* blancs, *oblongs-étroits,* insensiblement rétrécis en onglet. Étamines blanches, plus grandes que les *styles verts.* Jeunes carpelles poilus.

AR. — Bois, lieux couverts : Angers, Bauné, forêt de Chandelais, Montreuil-sur-Loir, forêt de Longuenée, Montreuil-sur-Maine. — La Jaille-Yvon (Préaubert).

**R. conspectus** Genev.; *R. foliosus* Weihe (*sensu lato*). — *Turion poilu. Folioles très finement dentées,* 3 ou 5-nées. Divisions du calice d'abord étalées, puis réfléchies, quelques-unes seulement relevées sur le fruit. Pétales blancs, oblongs, étroits, rétrécis aux deux bouts, un peu aigus au sommet (mais non bifides comme le dit Genevier dans sa description). Étamines dressées, blanches, dépassant les *styles roses.* Jeunes carpelles d'abord un peu poilus, comme aranéeux, bientôt glabres.

RR. — Angers, près du Champ-des-Martyrs et à Saint-Nicolas.

**P. rotundellus** Sudre, in litt.; *R. saxicolus* Genev., non Muel. — *Turion glabre.* Feuilles ternées, *vertes sur les deux faces, à folioles termi-*

*nale orbiculaire, cuspidée.* Rameau florifère et infloresc. glabrescents, chargés d'aiguillons nombreux et très inégaux. Calice à divisions fortement aciculées, étalées après l'anthèse. Pétales blancs, ovales-étroits, longuement rétrécis à la base. Étamines blanches, dressées, dépassant les *styles blancs.* Jeunes carpelles un peu poilus.

RR. — Beaucouzé.

La présence en Anjou de cette plante des montagnes constitue un fait de géographie botanique des plus intéressants.

## GLANDULOSI P.-J. Muel.

*Turion arrondi, faible, déprimé ou peu élevé,* muni d'aiguillons subulés, peu distincts des acicules et presque inoffensifs. Feuilles vertes en dessous, *3-nées. Divisions du calice redressées sur le fruit. Pétales* blancs, *petits, lancéolés-étroits.*

**R. tereticaulis** P.-J. Muel.; *R. Bellardi* Genev.! non W. et N. — Feuilles glauques en dessus. Étamines blanches, plus grandes que les styles verts. Jeunes carpelles glabres.

RR. — Bégrolles, à Bellefontaine (Genev.). — Ferrières (Préaubert).

## TRIVIALES P.-J. Muel.

*Folioles latérales* des feuilles ternées et *folioles inférieures* des feuilles quinées *sessiles ou subsessiles. Inflorescence corymbiforme. Carpelles arrondis, gonflés, souvent peu nombreux par suite d'avortement.*

**R. cæsius** L. — *Turion* souvent glauque, *arrondi* ou obtusément anguleux à faces convexes, *faible, tombant ou couché.* Feuilles toutes ou la plupart 3-nées. *Calice à divisions redressées sur le fruit.* Fleurs blanches. *Carpelles* ordinairement *recouverts d'une efflorescence glauque à maturité (mûre de Fromenteau).* — Floraison précoce, commençant dès les premiers jours de juin pour se prolonger jusqu'à l'automne.

Lieux frais et couverts, bords des rivières. — C.

Deux formes :

**R. ligerinus** Genev. — *Foliole caulinaire terminale rhomboïdale. Inflorescence* presque *inerme. Divisions du calice ovales-lancéolées, étroites, longuement acuminées. Pétales* blancs, *petits, étroits.* — C.

β GLANDULOSA Focke. — Foliole caulinaire terminale presque aussi large que haute, échancrée à la base. *Infloresc. et divisions du calice entièrement recouvertes de glandes violettes.* — R. : Angers.

γ FLORIBUS ROSEIS; *R. Provosti* Boul., *Ass. rub. n° 803,* non Genev. — *Fleurs roses, fruit noir à maturité.* — R. : Les Ponts-de-Cé.

**R. rivalis** Genev.; *R. spiculatus* Boul. et Bouv., *Ass. rub. nos 50 et 404; R. retrogressus* Genev., *salt. ex p.; R. corylifolius* Bor. — *Foliole caulinaire terminale largement ovale ou suborbiculaire,* en cœur à la base, cuspidée au sommet. *Infloresc. à aiguillons déclinés,*

*fins, aciculaires. Divisions du calice ovales-élargies. Fleurs très grandes. Pétales* blancs, très légèrement rosés, *suborbiculaires, échancrés* au sommet. Étamines blanches, rosulées à la base. Styles blanc-verdâtre. — AC.

**R. densispinus** Sudre; *R. diversifolius* Lindl., *pp.*, non Genev. — *Turion anguleux robuste. Rameau florifère et inflorescence chargés d'aiguillons très inégaux,* les plus grands déclinés ou falqués. *Divisions du calice étalées après l'anthèse.* Pétales blancs, ovales-suborbiculaires, subitement contractés à la base en onglet très court. Étamines blanches, égalant les styles verts. Jeunes carpelles glabres. *Fruit noir.*
RR. — Angers, à Saint-Nicolas.

## HYBRIDES

Peut être considérée comme hybride toute plante *stérile* ou *presque stérile* qui réunit en elle les caractères de deux espèces bien déterminées.
L'hybride se reconnaît encore à son *inflorescence plus développée* et *plus ramifiée*, ses *boutons plus petits*, ses *pétales* souvent *déformés*, son *pollen* enfin dont les *grains* sont plus ou moins *atrophiés*. Il se rencontre le plus souvent par buissons isolés, en compagnie des parents qui lui ont donné naissance.
Pratiquement, il n'est pas toujours facile d'interpréter d'une façon sûre et certaine l'origine d'un hybride, et, à part les cas où il est donné de pouvoir reconnaître sur place les deux ascendants, il faut bien avouer que l'on a seulement des probabilités. La difficulté s'accroît de ce que les hybrides d'une même formule sont susceptibles de varier à l'infini.
Voici la liste des hybrides que j'ai rencontrés ou qui ont été signalés jusqu'à ce jour en Maine-et-Loire :

### SILVATICI × SILVATICI

**R. Questieri × (imbricatus?).** — Torfou.

**R. bipartitus × (macrophylloides?),** *R. contractifrons* Sud. et Bouv. — Angers, à Saint-Nicolas.

### DISCOLORES × SILVATICI

**R. Questieri × ulmifolius,** *R. Galissieri* Sudre. — Saint-Pierre-Montlimart (Genev. in *herb.* Bor.). — Angers, à Saint-Nicolas.

**R. bipartitus × ulmifolius,** *R. lumecticolus* Sudre et Bouv. — Angers, bois de la Haie.

*β* LATIFOLIUS Sudre. — Angers, entre la route d'Épinard et celle d'Avrillé (Préaubert).

**R. thyrsoideus × (consobrinus?).** — Angers, à Saint-Nicolas.

**R. vendeanus × clethraphilus**; *R. choletensis* Sudre; *R. Schultzii* Genev. *p. p.*, non Rip. — Le May (Genev. in *herb. Bor.*).

Le *R. vendeanus* Genev se rencontre tout près de là, dans les Deux-Sèvres, et non loin des limites du département.

## DISCOLORES × DISCOLORES

**R. propinquus × (ulmifolius?)**, *R. propinquiformis* Sudre et Bouv. — Angers, à Saint-Nicolas. — Cholet (Préaubert).

**R. propinquus × emollitus**, *R. rigidispinus* Sudre et Bouv. — Seiches, route de Montreuil-sur-Loir.

**R. [thyrsoideus (candicans)?] × ulmifolius**, *R. substerilis* Sudre. — Maulévrier.

**R. [thyrsoideus (thyrsanthus)?] × (propinquus?)**. — Maulévrier.

**R. ulmifolius × tomentosus (canescens)**, *R. pulverulentus* Sudre. — Chalonnes (Bast. in *herb. Hort. andeg.)*.

**R. ulmifolius × Lloydianus**. — Hybride collectif dans lequel on peut distinguer deux groupes :

R. ulmifolius × Lloydianus, *R. nothus* Sudre. — Somloire (Préaubert).

R. Lloydianus × ulmifolius, *R. roseipetalus* Sudre. — Aubigné, Maulévrier, Mazières. — Toutlemonde (Genev.).

**R. propinquus × tomentosus (canescens)**, *R. hololeucos* Genev. — Cholet (Genev.).

**R. propinquus × (Lloydianus?)**. — Champigny-le-Sec (Préaub.).

**R. (emollitus?) × Lloydianus**. — Maulévrier.

**R. thyrsoideus (candicans) × Lloydianus**, *R. polyanthus* P.-J. Muel. — Mazières. — Cholet (Genev. in *herb. Bor.)*.

## APPENDICULATI × SILVATICI

**R. clethraphilus × adscitus**, *R. clathrophiloides* Sudre, *R. Salteri* Genev. *pp.* — Torfou (Genev.).

**R. (adscitus?) × consobrinus**. — Angers, en Reculée.

**R. (elumbis?) × (hebecaulis)?** — Chenillé-Changé (Préaubert).

## APPENDICULATI × DISCOLORES

**R. Boræanus × ulmifolius**, *R. pseudo-Borœanus* Sudre et Bouv. — Hybride collectif dans lequel on distingue :

R. Boræanus × ulmifolius. — Angers, bois de la Haie.

R. ulmifolius × Boræanus. — Angers, au Champ-des-Martyrs.

**R. adscitus × ulmifolius**, *R. Toussainti* Sudre. — Bégrolles, Saint-Christophe-du-Bois, Érigné (Genev., in *herb. Bor.*).

**R. adscitus × propinquus**, *R. vulnerithysus* Sudre et Bouv. — Épiré. — Saint-Christophe-du-Bois (Genev., in *herb. Bor.*).

**R. Genevieri × ulmifolius**, *R. breviatus* Sudre et Bouv. — Angers, au Champ-des-Martyrs.

**R. pubescens × (Genevieri ?)**. — Épiré.

APPENDICULATI × APPENDICULATI

**R. mutabilis × adscitus**, *R. deceptorius* Sudre. — Saint-Léger-des-Bois (Genev., in *herb. Bor.*).

**R. (ericetorum ?) × (Genevieri ?)**. — Angers, à la Paperie (Préaubert).

GLANDULOSI × DISCOLORES

**R. ulmifolius × tereticaulis**, *R. mucronulatus* Boul., *Rub. gall.*, nº 137. — Angers.

TRIVIALES × SUBERECTI

**R. (plicatus ?) × cæsius**, *R. dissimulans* Lindeb. — Montfaucon (Genev. in *herb. Bor.*).

**R. nitidus (integribasis) × cæsius**, *R. scabrosiformis* Sudre. — Jalais (Genev., in *herb. Bor.*).

TRIVIALES × SILVATICI

**R. imbricatus × cæsius**, *R. imbricatiformis* Sudre. — Saint-Christophe-du-Bois (Genev., in *herb. Bor.*).

**R. macrophyllus × cæsius**, *R. Balfourianus* Blox. — Montreuil-Belfroy.

**R. cæsius × pyramidalis**. — Le Longeron (Genev., in *herb. Bor.*).

**R. (bipartitus ?) × cæsius**. — Angers, à Saint-Nicolas.

**R. cæsius × consobrinus**, *R. divexus* Sudre. — Angers, à Saint-Nicolas. — Sainte-Gemmes-sur-Loire (Genev., in *herb. Bor.*).

TRIVIALES × DISCOLORES

**R. cæsius × ulmifolius**. — Les formes résultant du croisement de ces deux espèces sont très fréquentes et aussi très diverses, les unes se rapprochant du *R. cæsius*, les autres du *R. ulmifolius*. Cela était à prévoir étant donné que les parents, le second surtout, sont eux-mêmes très répandus et extrêmement variables. Deux groupes :

**R. cæsius × ulmifolius**, *R. assurgens* Boul. et Bouv. *(sensu amplo)*. — Plantes souvent grêles, se rapprochant du *R. cæsius*, fréquemment de la variété *ligerinus*. Turion glauque, à aiguillons faibles, souvent inégaux. Feuilles caulinaires ordinairement 3-nées, finement dentées, et vertes en dessous. Fleurs blanches ou rosées, plus rarement d'un rose vif. — CC.

**R. ulmifolius × cæsius**, *R. amplifoliatus* Sudre *(sensu amplo)*. — Formes vigoureuses, plus rapprochées du *R. ulmifolius*. Turion robuste, glauque, à aiguillons forts, comprimés, presque égaux. Feuilles caulinaires amples, 5-nées, grises-tomenteuses en dessous, à foliole terminale grande et large, à denticulation moins fine que dans le groupe précédent. Calice ordinairement étalé. Pétales grands, suborbiculaires, souvent roses, échancrés au sommet et rappelant par la forme ceux du *R. cæsius* var. *rivalis*. — CC.

**R. propinquus × cæsius.** — Lézigné, bords du Loir.

**R. cæsius (spiculatus?) × (hamosus ?)**, *R. macropetalus Ass. rub.*, n° 799. — Villevêque, vallée du Loir.

**R. cæsius × macrostemon.** — Hybride collectif; deux formes :

**R. macrostemon × cæsius**, *R. apertionum* Lef. et Muel. — Angers, Saint-Nicolas.

**R. cæsius × macrostemon**, *R. centiformis* K. Frid., *R. duricorius* Genev. — La Possonnière (Préaubert).

**R. thyrsoideus (candicans) × cæsius.** — Angers.

TRIVIALES × APPENDICULATI

**R. Boræanus × cæsius**, *R. obrotundatus* Sudre. — Beaucouzé (*Ass. rub.* n° 595).

**R. ericetorum × cæsius**, *R. dissolutus* Sudre. — Beaucouzé (Bor. in *herb.*).

**R. Genevieri × cæsius**, *R. deceptiosus* Sudre. — Angers, Avrillé Genevier).

**R. cæsius × melanoxylon**, *R. decoratus* Sudre et Bouv,, *R. ferox* Bor. *pp.* — Montreuil-Belfroy.

**R. fuscus × cæsius.** — Petit-Montrevault (Genev., in *herb. Bor.*)

**R. cæsius × conspectus.** — Angers, bois de la Haie.

Au total 60 *espèces* distinctes, bien caractérisées et susceptibles d'être reconnues à première vue sur le terrain par un botaniste non prévenu et tant soit peu exercé, plus 50 *hybrides* dont l'origine, au moins en ce qui concerne l'un des ascendants, n'est le plus souvent que soupçonnée.

Les nombreux points de doute (?) qui figurent dans ce travail disent assez tout ce qui reste à faire. Néanmoins je persiste à croire qu'en multipliant les récoltes, en apportant le soin voulu dans le choix et la préparation des échantillons, en notant sur le vif les caractères fugaces tirés des organes floraux, on finira par jeter un peu de lumière sur ces formes affines et en rendre l'étude, sinon facile, du moins plus précise et plus abordable.

# M. W. RUSSELL (*)

A Paris

---

## SUR LES MIGRATIONS DE LA CYTISINE CHEZ LE CYTISUS LABURNUM

[583.3a]

---

*— Séance du 8 août —*

Le Cytisus Laburnum L (*Laburnum vulgare,* Griseb., *Cytise commum, Cytise à grappes, Faux-Ébénier, Aubour*) est un arbrisseau fréquemment planté dans les jardins et que l'on rencontre parfois à l'état subspontané dans les terrains calcaires de la région parisienne (**). C'est une plante dangereuse qui, chaque année, détermine des empoisonnements tant sur l'espèce humaine que sur les animaux domestiques. Son principe actif est la *Cytisine* alcaloïde découverte par Chevalier et Lassaigne (***) et dont les propriétés chimiques ont surtout été étudiées par A. Husesmann et Marmé (****).

Les expériences physiologiques de Cornevin (*****) corroborées plus tard par les recherches microchimiques de M. Guérin (******) ont montré que dans les feuilles et les fruits la matière vénéneuse était susceptible d'éprouver des déplacements très remarquables au cours de la végétation; chez les fruits en particulier, l'alcaloïde, très abondant au début dans tous les tissus parenchymateux, disparaît ensuite au fur et à mesure, pour se concentrer définitivement dans la graine.

Dans un travail récent (*******) j'ai montré que pendant le repos hivernal la cytisine s'accumule en très grande quantité dans les tiges et surtout dans les courts rameaux destinés, au printemps, à porter les inflorescences; il m'a paru intéressant de rechercher si, à la reprise de la végétation, la teneur en alcaloïde se maintient dans ces

(*) Ce travail a été fait au Laboratoire de Botanique de la Faculté des Sciences de Paris.

(**) Le Cytisus Laburnum est très abondant aux environs de Gasny (Eure) et dans les bois voisins de Provins (Seine-et-Marne).

(***) Chevalier et Lassaigne : *Journal de Pharmacie*, t. IV, p. 254.

(****) A. Husemann et Marmé : *Zeitch., f. Chemie*, 1865, p. 161.

(*****) Cornevin : *Des plantes vénéneuses*, Paris, 1887.

(******) Guérin. Recherches sur la localisation de l'Anagyrine et de la Cytisine : *Bull. de la Soc. Bot.*, 1895, pp. 428-432.

(*******) W. Russell. Du siège de quelques principes actifs des végétaux pendant le repos hivernal : *Revue Générale de Botanique*, 1903.

régions, identique à celle que l'on observe en hiver ou bien au contraire si elle va en diminuant.

On peut, pour mettre en évidence la présence de la cytisine dans les tissus, employer des réactifs donnant des précipités comme l'acide phosphomolybdique et l'iodure de potassium iodé ou bien des réactifs colorants tels que le perchlorure de fer, le réactif (*) de Mandelin, l'acide sulfurique et l'alcool sulfurique.

Les réactifs qui précipitent la cytisine permettent de déterminer exactement le lieu de localisation de ce principe actif, mais les réactifs colorants offrent l'avantage de reconnaître, d'après la plus ou moins grande intensité de la teinte obtenue, quelle est la teneur, en alcaloïde, dans une région donnée.

J'ai employé de préférence, pour mes recherches, l'iodure de potassium iodé additionné de carbonate d'ammonium et l'alcool sulfurique; en ce qui concerne ce dernier réactif, j'ai eu recours au procédé opératoire suivant : Je dépose sur une lame porte-objet une goutte de réactif composé à partie égale d'alcool absolu et d'acide sulfurique concentré, j'y plonge un certain nombre de coupes faites dans des organes recueillis à diverses époques de l'année (**), puis je chauffe la plaque pendant quelques secondes en la plaçant au-dessus de la flamme d'un bec Bunsen. Les préparations observées ensuite au microscope ne tardent pas à présenter une coloration dans les cellules à cytisine; cette coloration varie du rose au rouge ponceau, selon la proportion de l'alcaloïde. On n'obtient aucune coloration des coupes après un séjour d'une demi-heure dans l'alcool tartrique d'Errera.

J'ai suivi, pour ainsi dire pas à pas, la marche de l'alcaloïde depuis le mois de février jusqu'au mois d'octobre et je suis arrivé à cette conclusion que la cytisine, dans toutes les parties de la plante, est soumise à des migrations en relation avec la marche de la végétation.

Si l'on considère, en particulier, une branche de deux ans au début du printemps, on constate que la cytisine accumulée dans tous les tissus parenchymateux des courts rameaux prend une belle coloration rouge ponceau en présence de l'alcool sulfurique; quelque temps après, alors que les feuilles commencent à s'épanouir, la teinte observée est seulement rouge carmin; plus tard elle pâlit encore et

(*) Ce réactif, qui a été employé par Rosoll (*Sitz d. Akad. de Wiss. d. Wien*, 1884) dans ses recherches sur la localisation de la cytisine, a l'inconvénient de désorganiser rapidement les tissus et de déterminer ainsi des phénomènes de diffusion qui gênent singulièrement les recherches.

(**) La cytisine n'est pas détruite par la dessiccation, de sorte que l'on peut, sans inconvénient, opérer sur des matériaux desséchés.

à la fin de la floraison on ne distingue plus qu'un léger ton rosé. Si alors on précipite la cytisine à l'acide de l'iodure de potassium iodé, on remarque qu'il ne se forme de précipité que dans le philloderme et dans quelques éléments libériens.

Dans les entre-nœuds des longs rameaux, on observe de même une semblable diminution dans l'intensité des colorations et des précipités.

Les jeunes pousses renferment au début de la cytisine dans toutes leurs parties, mais en quantité assez faible sauf dans le méristème et les cordons procambiaux de leur bourgeon terminal; l'alcaloïde disparaît bientôt de la moelle, puis de l'écorce, pour se maintenir dans le liber où il apparaît de plus en plus abondant avec l'âge; vers la fin de mai, la cytisine se montre à nouveau d'abord dans l'épiderme puis dans les cellules périphériques de l'écorce; elle fait ensuite son apparition dans les cellules voisines du péricycle et, au commencement du mois d'août, elle a complètement envahi l'écorce, les cellules parenchymateuses du péricycle, le liber et souvent même la zone périmédullaire. Les mêmes phénomènes s'observent dans les rameaux des années précédentes qui récupèrent peu à peu le principe actif qu'ils ont perdu au moment de l'entrée en végétation.

Les feuilles jeunes renferment de la cytisine dans leur liber et dans leur mésophylle; lorsqu'elles avancent en âge, le tissu lacuneux s'appauvrit singulièrement et vers le 15 juillet, seul le tissu en palissade et le liber offrent une légère coloration en présence de l'alcool sulfurique. Néanmoins l'alcaloïde persiste jusqu'au moment de la chute des feuilles; ce n'est que lorsque celles-ci commencent à jaunir, que la cytisine a totalement disparus.

Le calice et la corolle, très vénéneux au moment de l'anthèse, ne contiennent plus de cytisine lorsqu'ils sont flétris.

Les fruits, comme d'ailleurs l'a démontré M. Guérin, sont au début très riches en cytisine, puis peu à peu s'appauvrissent à mesure que les réserves s'accumulent dans les graines ; l'alcaloïde disparaît d'abord de la région externe du péricarpe, puis de la région interne et se montre fort longtemps dans le mésocarpe, particulièrement dans le liber des faisceaux.

Les racines sont en été comme en hiver bourrées de grains d'amidon, de sorte que les réactions de la cytisine sont en grande partie masquées si l'on emploie le réactif iodé ; avec l'alcool sulfurique, on peut constater que le maximum d'intensité de coloration s'observe à la fin de l'automne ; dès le mois de février la teneur en cytisine commence à s'affaiblir.

*En résumé le principe toxique du Cytisus Laburnum éprouve des variations saisonnières en relation avec la végétation ; il diminue au printemps pour se porter dans les régions en voie d'évolution puis augmente de nouveau pour atteindre son maximum de concentration pendant le repos hivernal.*

---


# M. V. DUCOMET

Professeur à l'École d'Agriculture de Rennes


## INFLUENCE DE LA FÉCONDATION SUR LE DÉVELOPPEMENT DES ANNEXES DU FRUIT A PROPOS D'UNE MALFORMATION DE FRAISES [582.25 : 635.196]

— *Séance du 6 août* —

Il n'est pas rare de voir les fraisiers à gros fruits (*Fragaria chilensis* et hybrides de *Virginiana*) présenter sur leurs pseudocarpes réceptaculaires des malformations qui les font étrangement ressembler à certaines cécidies ou à des fasciations de sommités.

Nous avons essayé de représenter quelques-uns des cas les plus typiques.

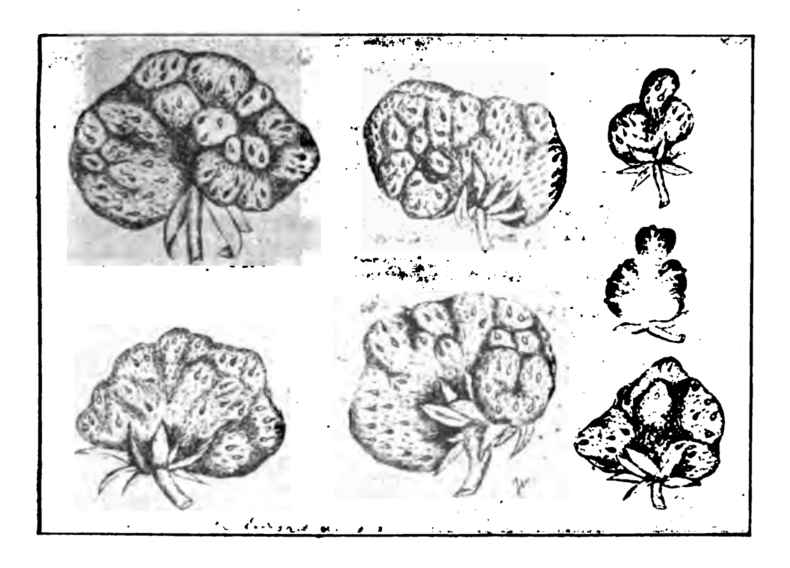


Fig. 1. — Types de fraises (2/3 nat.) montrant le parallélisme de développement des akènes et du réceptacle.

On voit que le *pseudocarpe* y est profondément mamelonné au lieu de présenter une surface régulière et des contours nettement arrondis comme dans les formes sauvages ou même dans les formes de culture perfectionnée bien venantes. Ces mamelons sont tantôt nettement détachés de l'ensemble, tantôt au contraire ils résultent d'une sorte de fragmentation superficielle d'une bosse de grande taille.

Les mamelons séparés sont particulièrement intéressants à observer en ce sens que leur sommet est toujours occupé par quelques rares akènes, un seul parfois, mais toujours bien développés; les dépressions, au contraire, sont occupées par des akènes avortés, pressés les uns contre les autres comme à l'état de jeunesse, les parties mamelonnées tendant à les recouvrir.

Ailleurs, le pseudocarpe tend à prendre la forme de pyramide à arêtes mousses. Le même phénomène se constate : les crêtes sont recouvertes d'akènes gros et très distancés, les faces déprimées par des akènes serrés et avortés.

Ailleurs encore, cas le plus fréquent, les akènes fertiles sont distribués suivant un réseau surélevé; ce n'est qu'une atténuation du premier cas.

Il convient d'ajouter que les parties en relief, plages à akènes fertiles, se trouvent de préférence localisées sur la face opposée au sol, la mieux exposée à la lumière, là en somme où la fécondation se fait dans les meilleures conditions, par les temps pluvieux surtout.

La pigmentation d'abord, la maturation ensuite, apparaissent toujours plus tôt dans les régions à akènes fertiles, alors même que les régions à akènes stériles sont également exposées à la lumière. Parfois même le pigment n'apparaît jamais dans ces dernières.

Une relation très nette existe donc entre le développement des akènes, l'élaboration du pigment et la maturation du support réceptaculaire, ces deux derniers phénomènes étant en réalité indépendants quoique marchant de pair dans les conditions normales.

De même une relation très nette s'observe entre le développement du réceptacle et celui des akènes qu'il supporte. Chaque akène fertile, et par le fait même qu'il est fertile, exerce donc sur son support une sorte d'attraction qui en détermine l'hypertrophie d'une intensité et d'une ampleur variables avec la race et les conditions d'ambiance.

Mais il n'en est pas moins vrai que la carnosité du réceptacle se constate aussi, quoique à un degré bien moindre, dans les régions où nul akène fertile n'existe.

Le réceptacle nous apparaît donc comme un ensemble divisible en deux portions :

L'une purement végétative, à développement indépendant du carpelle ;

L'autre indissolublement liée à l'évolution de ce carpelle jouant le rôle d'excitant physico-chimique. C'est à cette dernière qu'appartient la majeure partie, sinon la totalité du pigment.

Que l'on suppose une coulure complète dans ce gynécée dialycarpelle, on arrive forcément à un état de dégénérescence de la partie comestible, dégénérescence en tant que volume, constitution chimique, rapidité d'évolution. C'est là un point important au point de vue pratique. La coulure est, dans le cas qui nous occupe, sous la dépendance des conditions d'ambiance ; l'horticulteur doit s'attacher à la réduire au minimum possible s'il veut obtenir des fruits de bonne qualité, de fort volume, de forme régulière.

Ces observations, que beaucoup ont dû faire, sont aussi extrêmement intéressantes au point de vue de la Biologie générale.

On sait depuis longtemps que l'évolution du carpelle et des annexes faisant corps avec lui (pomme) est liée à l'évolution de l'ovule. Après avoir admis que la fécondation n'intéressait que l'ovule, on a été amené à reconnaître le rôle excitant de l'élément mâle vis-à-vis du carpelle. La pratique a bénéficié de l'observation attentive des faits : on sait que la *coulure* de la vigne ou plus exactement le *millerand*, se prévient par le croisement assurant une meilleure fécondation.

Une grappe est dite millerandée quand elle ne présente que quelques grains de la grosseur normale, la plupart étant petits, mal venants, quoique pouvant arriver à maturité et présenter des graines fécondes. La pollinisation artificielle, le croisement, les porte à la grosseur normale ; il y a donc une influence exercée par l'élément mâle, non pas seulement sur l'ovule, mais sur l'ensemble du fruit. On peut citer un fait plus typique encore au sujet de cette excitation du carpelle par le mâle, c'est la pigmentation directe par croisement de fruits incolores ; la constatation en a été faite parfois chez la vigne : ce n'est autre chose que de l'hybridation.

Nous ne devons pas passer sous silence quelques observations que l'on pourrait considérer peut-être comme la contre-partie des précédentes alors qu'elles doivent s'y ajouter purement et simplement.

Le *Corinthe blanc*, le *Chasselas des Demoiselles* sont des raisins sans pépins, résultat d'une infécondation selon l'expression de Carrière ; les grains en sont toujours plus petits que dans le type correspondant fécondé. Donc le carpelle comme le pseudocarpe du

fraisier, examiné dans les conditions normales de développement, comprend deux parties : uue partie somatique capable de se développer seule et une partie à évolution liée à l'évolution de l'appareil reproducteur. Le même raisonnement doit s'appliquer au cas de divers hybrides, incapables de donner des graines, chez lesquels le fruit noue à peine alors que chez d'autres tout aussi inféconds le fruit peut se développer presque aussi bien que chez les parents. La portion somatique, végétative, l'emporte simplement ici au point de paraître exclusive.

Nous ne rappelons brièvement ces faits connus que pour les rapprocher du cas de la fraise bien fait pour nous porter à élargir le sens du mot fécondation et partant de l'hybridation.

L'Hybridation nous apparaît aujourd'hui d'une extrême complexité; contrairement à ce qui a été longtemps professé, elle ne s'exerce pas uniquement dans l'embryon. Hugo de Vries a insisté avec raison sur l'hybridation de l'albumen, de l'ensemble actif de la graine par conséquent, ce qui trouve son explication dans les belles découvertes de Nawaschin et Guignard au sujet de la double copulation chez les Phanérogames angiospermes ; mais il nous est impossible d'aller plus loin quant à l'explication rationnelle des faits. Et cependant il y a parfois hybridation de carpelle, comme on l'a vu plus haut à propos de la vigne (*).

Or, l'élément mâle agit sur le réceptacle du fraisier comme sur les carpelles de vigne susceptibles d'hybridation directe. Pourquoi ne pas admettre la possibilité d'hybridation de ce réceptacle ? Mais ce réceptacle est un organe tout autant somatique que reproducteur, si ce n'est davantage !.....

On se rappelle les discussion nombreuses que fit naître chez les zoologistes la doctrine de l'infection de la mère ? Je ne puis me défendre de croire en la possibilité d'hybridation de l'appareil végétatif chez les Plantes. Ne serait-ce pas une marche vers l'infection de la mère !

(*) On pourrait citer d'autres exemples (*Agave attenuata* de François Gaulain, etc.).

**M. V. DUCOMET**

Professeur à l'École d'Agriculture de Rennes

## LA BRUNISSURE DES VÉGÉTAUX ET SA SIGNIFICATION PHYSIOLOGIQUE [632]

— *Séance du 6 août* —

On sait que le terme de *Brunissure* a été introduit en pathologie végétale par Pastre en 1891 pour désigner une affection des feuilles de vigne que l'auteur attribue à une cochenille (*).

La maladie n'a cependant été nettement caractérisée que l'année suivante par Viala et Sauvageau qui, les premiers, ont montré l'accumulation de globules bruns plus ou moins tanniques dans les cellules épidermiques, ce pendant que les éléments du mésophylle présentent après action de l'eau de Javel un réticulum qu'ils n'hésitent pas à considérer comme l'appareil végétatif d'un nouveau myxomycète : *Plasmodiophora vitis* (**).

La question est reprise en 1894 par Debray qui regarde les globules bruns comme des kystes du parasite alors que Viala et Sauvageau les tenaient pour des produits d'excrétion de leur Plasmodiophora. Comme d'autre part le prétendu parasite cheminerait, non seulement à l'intérieur des tissus selon l'avis des premiers auteurs, mais aussi à l'extérieur où il prendrait fréquemment une apparence gommeuse, Debray croît devoir en faire sous le nom de *Pseudocommis vitis*, le type d'un nouveau groupe des *Pseudocommidés* voisin des *Vampyrellés* (***).

C'est ce nom qui a généralement prévalu, bien qu'à peu près à la même époque, Ugo Brizi ait regardé les plasmodes de Viala et Sauvageau comme des *protozoaires* (****) et que Prunet ait rattaché la Brunissure à cet ensemble disparate d'affections *(anthracnose ponctuée et déformante, gommose bacillaire, gélivure, coup de pouce, roucet, mal nero)* qu'il désigne sous la rubrique commune de *Mala-*

(*) *Progrès Agricole.*
(**) *C. R. Ac. Sc. et Journal de Bot.* 1892, *Ann. Éc. d'Agr. de Montpellier* 1893.
(***) *Revue de Viticulture.*
(****) *Malattie Crittogamische della Vite,* 1895.

*die ponctuée* ou *Chytridiose*, l'agent pathogène étant pour lui une Chytridiacée : *Cladochytrium viticolum* (*).

Avec Debray le cadre s'élargit.

Il faut bien reconnaître, en effet, que si les globules bruns intraépidermiques, forme de repos de son *Pseudocommis*, que tout observateur, même superficiel, peut aisément constater chez la vigne, ne se rencontrent pas partout avec la même constance ou la même netteté, il n'en est pas moins vrai que des phénomènes du même ordre peuvent apparaître chez beaucoup d'autres plantes. Debray a trouvé le nouveau parasite sur plus de 70 végétaux appartenant à 40 familles des plus diverses, *partout*, dit-il, *où il l'a cherché lorsque les conditions étaient favorables à son développement* (**). Frappé de sa présence dans les groupes les plus variés, tant chez les Cryptogames que chez les Phanérogames dont *la presque totalité pourrait être envahie* (***) il n'hésite même pas à le considérer comme capable de s'attaquer aussi au règne animal. Il l'aurait rencontré chez les altises et serait fort porté en croire à sa présence chez des êtres plus élevés en organisation, les oiseaux par exemple où il aurait été signalé sous les noms erronés de *Chytridiopsis socius* (Schneider) ou *Molluscum contagiosum* (Pio Mingazzini) (****).

Cette extraordinaire ubiquité bien faite pour nous étonner n'a cependant pas surpris tous les botanistes.

Pour Roze en effet (*****), la plupart des maladies de la vigne et autres végétaux que nous considérons — sur la foi d'expériences d'inoculations soigneusement conduites — comme produites par des organismes bien définis, ne seraient autre chose que des attaques de *Pseudocommis ; tout ce que les jardiniers appellent brûlures et coups de soleil seraient dans le même cas (loc. cit.)* Roze dépasse donc Debray dans ses idées les plus extrêmes, bien que cependant quelques-unes de ses affirmations, celle par exemple qui consiste à regarder la couleur foncée du cœur des arbres comme le résultat d'une attaque de *Pseudocommis* soient bien faites pour nous porter à douter de la valeur de ses déterminations.

La nature parasitaire de la Brunissure avait d'ailleurs été admise par divers auteurs avant la généralisation quasi-absolue de Debray et Roze.

(*) *Prog. agr.* 1894.
(** et ***) *Loc. cit.*
(****) *Rev. Vit.* 1895 et *Bull. Soc. Bot.* 1898.
(*****) *C. R.* t CXXIV et CXXV ; *Bull. Soc. Myc.* 1897.

Cuboni (*) et Voglino (**) en Italie, Moritz et Busse (***) en Allemagne se sont, dès le début, ralliés à l'opinion de Viala et Sauvageau qui cependant ont affirmé sans aucune preuve. Il en a été de même en Angleterre pour Massée (****) et Abbey (*****) qui ont décrit chez les orchidées et solanées deux nouvelles espèces de *Plasmodiophora*.

Mais il devait fatalement se produire ce que l'on constate toujours dans les cas d'affirmation sans preuve ; beaucoup de botanistes ne pouvaient tarder à se laisser entraîner vers le doute ou même la négation.

Dès 1894 en effet, Cavara croît devoir abandonner toute idée de parasitisme à propos de la Brunissure de la vigne pour conclure à une *altération chimique du contenu des cellules provoquée par de brusques changements de conditions météoriques* (******).

Quelques semaines après la création de son *Plasmodiophora Orchidis* qu'il avait considéré comme la cause déterminante de la maladie du *Spot*, Massée établissait expérimentalement que le mal était dû à *une trop grande quantité d'eau et une quantité insuffisante d'air en contact avec les racines et à des arrosages ou des aspersions coïncidant avec des températures élevées*, *amenant une précipitation du tanin et autres substances*, *parfois même une désorganisation complète des cellules* (*******).

De même Ray, en 1896, étudiant une maladie de la canne à sucre attribuée par Roze et Debray au *Pseudocommis vitis* déclare avoir bien vu les curieuses productions considérées comme des plasmodes ou des kystes, mais il est plutôt porté à les considérer comme le *résultat d'une dégénérescence du contenu cellulaire* (********).

De même encore, Guffroy n'ayant jamais pu distinguer de plasma autre que celui de la plante dans tous les cas de Brunissure étudiés par lui, se croit autorisé à regarder la maladie comme la *conséquence d'une réaction de la cellule vivante contre une cause nuisible* (*********).

Tel était l'état de la question au moment de la publication de mon

(*) *Bollet. di Notizie agraria*, 1894.
(**) *Coltivatore di Casale*, anno XXXIX.
(***) *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten*, 1894.
(****) *Ann. of Botany*, n° 33, 1895.
(*****) *Journ. Hort.*
(******) *Rev. Internat. de Vitic. et Œnologie.*
(*******) *Ann. of. Botany* 1895, n° 35.
(********) *Bull. Soc. Mycol.*
(*********) *Bull. Soc. Mycol.*, 1898.

mémoire de 1900 (*). Deux écoles opposées se trouvaient en présence : *Pour les uns la Brunissure était une maladie parasitaire ; pour les autres elle était de nature physiologique.*

Faisant abstraction du *spot* des orchidées, il faut bien reconnaître que les preuves manquaient aussi bien d'un côté que de l'autre.

Si les adversaires de la théorie parasitaire se sont trop étroitement cantonnés dans le domaine de l'observation pure et simple, Viala et Sauvageau, Debray et Roze, Prunet et Brizi ont de même commis une imprudence grave en se basant uniquement sur des analogies pour affirmer l'existence d'un organisme.

Le problème était donc simplement posé. C'est à la recherche de sa solution définitive que je me suis appliqué.

Il est de toute évidence qu'avant d'affirmer il aurait fallu prouver que les productions spéciales intra ou extracellulaires, plasmodes ou kystes, constituaient bien une individualité biologique, pour arriver ensuite à en établir le parasitisme. Je sais bien que les partisans du plasmode résistant à l'eau de Javel me parleront d'impossibilité d'isolement et partant de culture, toutes choses à priori indispensables à la démonstration de son activité propre, de son accroissement et de sa multiplication. Mais en serait-il de même pour les kystes intraépidermiques ou les formes externes de voyage décrites par Debray ?

Admettons d'ailleurs l'impossibilité d'isolement ou en cas d'isolement possible l'impossibilité de culture (**). Mais il est un moyen capable de nous amener indirectement à la solution du problème, moyen qui nous permettra en même temps de répondre à la deuxième partie de notre proposition : un organisme étranger se trouve dans un tissu, cet organisme est-il parasite ?

J'ai parlé d'inoculations *méthodiquement* conduites (inoculation de tissu malade à des organes sains avec ou sans stérilisation préalable, etc.). J'ai fait de très nombreuses expériences de cette nature, non seulement chez la vigne, mais chez une foule d'autres végétaux sans obtenir le moindre résultat positif.

Ces essais négatifs ne me paraissant pas suffisamment concluants, j'ai cherché autre chose.

Et je suis arrivé sans peine, guidé d'ailleurs en cela par les expériences de Massée sur le spot des Orchidées, à produire les globules intraépidermiques avec une remarquable netteté, en même temps

(*) *Recherches sur la Brunissure des végétaux*, in Ann. Éc. d'Agr. de Montpellier.

(**) J'ai totalement échoué dans ces essais de culture comme Ray d'ailleurs, à propos de la canne à sucre *(op. cit.)*.

que les productions externes de Debray, ce pendant que le réticulum à allure plasmodique de Viala et Sauvageau se maintenait très abondant dans les cellules chlorophylliennes après action de l'eau de Javel.

Il serait trop long, je crois, d'entrer dans le détail de mes expériences de production de cette Brunissure artificielle (par frottement, pression, échauffement, refroidissement) identique par tous ses caractères macroscopiques et microscopiques à la Brunissure naturelle. Je ne ferai que renvoyer à mon mémoire de 1900 pour retenir simplement les trois résultats essentiels suivants :

1) *Les productions caractéristiques du mal et susceptibles d'isolement ne peuvent se cultiver ;*

2) *Les inoculations méthodiquement conduites* (*) *ne donnent aucun résultat ;*

3) *Tous les caractères macro et microscopiques de la maladie peuvent être réalisés expérimentalement* par des moyens physiques en opérant dans les conditions d'asepsie les plus rigoureuses.

Conclusion logique et forcée :

*La Brunissure est un simple accident physiologique. Le Plasmodiophora (vel Pseudocommis) vitis doit disparaître en tant qu'organisme vivant.*

* * *

Quelle est maintenant la nature intime des désordres observés au sein des cellules malades ?

J'ai longuement insisté en 1900 sur leur processus. J'ai particulièrement insisté sur ce fait que le réseau intracellulaire à allure plasmodique de Viala et Sauvageau n'était au fond nullement caractéristique de la Brunissure. Les recherches poursuivies depuis cette époque n'ont fait que confirmer en les précisant mes premiers dires, à savoir que ce réseau peut se trouver dans les cellules malades pour les causes les plus diverses, qu'il n'est autre chose que le résultat d'une exagération du réseau simple ou fragmenté apparaissant à un moment donné dans les cellules parfaitement saines sous l'action de l'eau de Javel, que sa production est en grande partie le résultat de l'action du réactif sur un contenu cellulaire altéré.

(*) Il n'est pas inutile d'insister sur cette question de méthode, Debray et Roze prétendant avoir réalisé des infections. N'ayant pas laissé de témoins ou n'ayant pas pris la précaution cependant élémentaire d'opérer comparativement avec du tissu malade stérilisé ou non stérilisé, leurs expériences ne sauraient être considérées comme ayant une valeur scientifique quelconque.

En 1900 également, Albert-F. Woods (*) a pu s'assurer que le prétendu plasmode était bien produit par l'eau de Javel, mais pour lui le contenu cellulaire serait au préalable plus ou moins oxydé. L'action du peroxyde d'Hydrogène suivie de celle d'un alcali dilué (potasse ou soude) donnerait le même résultat sur des cellules saines que l'eau de Javel sur des cellules brunies. Woods en conclut que la maladie se résume en une dégénérescence cellulaire par suroxydation sous l'effet de diastases sécrétées par les cellules avec ou sans l'intervention de parasites (**).

J'ai pu m'assurer de l'exactitude des faits annoncés par Woods, mais il y a plus.

Déjà en 1900 je faisais remarquer que, contrairement à l'opinion de Viala et Sauvageau, le réticulum n'était pas forcément partout et toujours entièrement protéique. J'ai pu m'assurer depuis qu'au moins dans beaucoup de cas il comprend deux parties mélangées sous l'action de l'eau de Javel, mais distinctes auparavant et séparables après, grâce à l'emploi de réactifs appropriés : une partie azotée et une partie grasse. Les chloroleucites sont les organites les premiers atteints et dans beaucoup de cas ils subissent, comme le restant du protoplasme d'ailleurs, une véritable dégénérescence graisseuse. L'eau de Javel laisse fort longtemps en place les globules gras, mais en leur faisant subir une telle vacuolisation qu'il serait bien permis de se méprendre sur leur nature si l'on ne faisait agir les réactifs colorants et dissolvants.

La production de ces matières grasses, substances très peu oxygénées, semblerait donc contredire l'hypothèse de Woods, d'autant mieux qu'on sait maintenant, grâce aux recherches de Matruchot et Molliard (***), que la formation de gouttelettes huileuses aux dépens d'un cytoplasme qui en est normalement dépourvu est l'une des caractéristiques de la vie anaérobie. La contradiction n'est en réalité qu'apparente. En admettant même comme constante la proportion d'oxygène au contact du complexe cytoplasmique ou engagé dans sa masse, l'ensemble se scindant en deux parties dont l'une infiniment peu oxygénée, il n'est pas illogique de concevoir la deuxième comme pouvant par ce fait même subir une suroxydation qui en amène la mort après en avoir modifié l'arrangement moléculaire.

(*) *In Journ. Science.*

(**) Ses recherches ont porté en particulier sur le Lis des Bermudes attaqué par des aphidiens et dont les feuilles noircissent tout autour des piqûres. Il a pu s'assurer que les feuilles qui réagissent le plus par l'eau de Javel sont celles qui contiennent le plus d'oxydases.

(***) Recherches sur la fermentation propre, in *Rev. gén. Bot.*. 1903.

Le réticulum intracellulaire n'est pas visible qu'après action de l'eau de Javel; on peut, dans beaucoup de cas, l'observer directement. Le protoplasme normalement granuleux devient progressivement vacuolaire, écumeux, à mesure que le Brunissement se caractérise. Il s'agit, en l'espèce, d'une modification morphologique que l'on peut constater dans la plupart des cas pathologiques, qu'il s'agisse d'altérations dues à la présence de parasites ou d'affections morbides provoquées par des conditions défavorables du milieu physico-chimique. Kuhne (*), Hofmeister (**), Molisch (***), Klemm (****), Matruchot et Molliard (*****) ont insisté sur cette curieuse vacuolisation cytoplasmique sous l'influence des températures trop hautes ou trop basses, de la lumière, de l'électricité. Les derniers auteurs, surtout, ont montré avec une remarquable netteté la marche de la désorganisation cytoplasmique dans les cas de gel et insisté sur ce fait que les désordres sont de même nature que ceux produits par la plasmolyse ou la fanaison normale ou hâtée (******).

La transformation du cytoplasme granuleux en cytoplasme vacuolisé à allure plus ou moins plasmodique est en somme le résultat d'une déshydratation plasmolytique, son aspect écumeux est le résultat d'une contraction suivie de l'exosmose de l'eau entrant dans sa constitution sous forme de multiples vésicules crevant à l'extérieur de sa masse, processus morphologique défini par conséquent ainsi que l'ont montré Hugo de Vries (*******) et Matruchot et Molliard (********).

L'exosmose de l'eau de constitution du protoplasme suivant la disparition du contenu aqueux des hydroleucites étant la cause déterminante du phénomène, on conçoit que toutes les causes capables de porter la déperdition d'eau au-delà de ses limites normales puissent aboutir au même résultat final. Quelle que soit la cause, « que l'exosmose de l'eau se fasse vite ou lentement, elle détermine dans les cellules des phénomènes analogues (*********).

Mais si au lieu d'envisager le résultat final, si au lieu d'observer la vacuolisation protoplasmique directement, sans l'intervention des

(*) Voir Labbé (*Cytologie expérimentale*).
(**) Die Zelle.
(***) Untersuchungen über das Erfrieren der Pflazen.
(****) Désorganisations Bercheinungen der Zelle.
(*****) Modifications produites par le gel dans la structure des cellules végétales (*Rev. gén. Bot.* 1902).
(******) Ils ont reconnu récemment que la vie anaérobie provoquait une pareille vacuolisation *(op. cit.)*.
(*******) Plasmolytische Studien.
(********) *Op. cit.*
(*********) Matr. et Moll., *loc. cit., Rev. gén. Bot.* 1902, p. 481.

réactifs, nous revenons à l'étude de la formation progressive du réseau persistant après l'action prolongée de l'eau de Javel, nous trouverons, suivant la rapidité de sortie de l'eau, des différences liées précisément à cette rapidité d'exosmose ou, si l'on veut, à la plus ou moins grande rapidité de la mort de la cellule intéressée.

Lorsqu'on essaie, comme nous l'avons fait, de déterminer la Brunissure par échauffement ou refroidissement, on arrive très souvent à provoquer la dessication rapide de la plage directement intéressée par la cause perturbatrice, cependant qu'un liséré brun ne tarde pas à se montrer sur tout le pourtour. Les caractères pseudoplasmodiques n'apparaissent nettement que dans cette bordure, alors que vers le centre le contenu cellulaire résistant à l'eau de Javel se réduit à des fragments épars. C'est ce qui nous faisait dire, en 1900, que *la brunissure n'est autre chose qu'un commencement de grillage.*

Dans le cas de grillage, le phénomène est purement physique; il s'agit d'une simple mais si brusque déshydratation que la mort s'ensuit à peu près instantanément avec impossibilité de réaction; dans le cas de Brunissure, la mort venant plus lentement, le phénomène physique de la déshydratation se complique de réactions chimiques débutant par une dégénérescence graisseuse corrélative d'une suroxydation du restant du protoplasme (*).

L'étude comparée des désordres provoqués par des champignons différant par leur mode de parasitisme et l'intensité de leur action désorganisatrice conduit aux mêmes conclusions quant à la signification physiologique de la Brunissure.

D'une façon très générale, les parasites subcuticulaires (*Marsonia Rosæ, Asteroma géographicum, Fusicladium pyrinum et dendriticum*, etc.) ou intraépidermiques (*Marsonia Populi, Glæosporium Salicis*, etc.) provoquent dans toute la région envahie un brunissement longuement persistant. Les altérations produites par les parasites superficiels (*Oïdiums*) sont habituellement moins profondes. Par contre, les parasites internes (nomb. *Phyllosticta, Septoria*, etc.) conduisent ordinairement à une dessication hâtive des tissus intéressés.

(*) Tous les intermédiaires existent naturellement entre grillage et brunissure aussi bien dans la nature que dans les expériences de laboratoire. Or, on sait que Viala et Sauvageau, étudiant la *Maladie de Californie*, caractérisée par la dessication des feuilles de vigne suivant de larges plages faisant étrangement ressembler cette affection aux coups de soleil (*sun scald*) ont trouvé dans les cellules, après l'eau de Javel, un réticulum différent simplement de celui de la brunissure par sa fragmentation. Ils en ont fait pour cette raison un deuxième *Plasmodiophora (P. californica)*. Bien que n'ayant pas eu l'occasion d'étudier la maladie de Californie, l'étude comparée et critique de la brunissure et du grillage nous porte à la considérer comme un facies de ce dernier phénomène et nous entraîne forcément à la négation du *Plasmodiophora californica*.

Les progrès de la désorganisation cellulaire sous l'effet du parasitisme de beaucoup de ces derniers champignons, dits maculicoles, sont particulièrement intéressants à suivre. Le centre de la tache, profondément envahi par le mycélium, est rapidement tué et desséché : il prend tous les caractères du grillage. Le pourtour, occupé par les extrémités mycéliennes ou simplement intéressé par les excrétions du parasite, prend au contraire tous les caractères macro et microscopiques de la Brunissure.

Reste à envisager la question des globules bruns et tannifères intraépidermiques. Nous avons déjà fait remarquer en 1900 et nous l'avons maintes fois vérifié depuis, que leur production est loin d'être constante, que dans les feuilles des plantes xérophiles, à membrane épidermique interne épaisse, on les trouve souvent uniquement à l'intérieur du mésophylle, au voisinage de la surface à l'extrémité des cellules touchant l'épiderme pour les éléments palissadiques, au voisinage immédiat des lacunes pour les éléments du tissu lacuneux, que ces globules sont souvent remplacés, surtout dans le mésophylle, par un coagulum amorphe, que dans l'un et l'autre cas la masse fondamentale en est de nature protéique. Les cellules mortes finissent toujours par brunir; ce brunissement corrélatif d'une coagulation du protoplasme et proportionnel à la provision de composés tanniques nous paraît être, en grande partie du moins, le double résultat de l'oxydation directe de ces composés et de leur action sur le protoplasme lui-même, après rupture des hydroleucites qui les contenaient sous l'effet de l'exosmose trop rapide de l'eau, les maintenant primitivement en dissolution.

Ces réactions s'effectuent-elles sur place? L'étroite localisation des globules vers ou dans l'épiderme tend à nous montrer que, au moins chez les feuilles où leur répartition est normalement homogène, les composés tanniques tendent à suivre le mouvement de l'eau vers l'extérieur de l'organe. La présence de bouchons bruns à ménisque interne concave à l'extrémité libre des éléments palissadiques ou au voisinage immédiat des lacunes en est une preuve nouvelle.

Il est bon néanmoins de faire remarquer que, si chez les plantes où la sortie de l'eau est facile l'épiderme est le siège ordinaire de l'accumulation de ces globules, cela tient, non seulement à une plus grande facilité d'exosmose au travers de la membrane épidermo-palissadique, mais aussi à ce fait que le contenu des cellules épidermiques y est comparativement beaucoup plus riche en protoplasme que dans les plantes nettement xérophiles.

Il convient maintenant de s'arrêter aux curieuses productions

signalées pour la première fois par Debray à l'extérieur des organes.

Si ces masses spumeuses, grenues ou céroïdes, de composition et de structure variables avec les circonstances extérieures et la nature du substratum, particulièrement fréquentes sur la face inférieure, sont souvent le simple résultat d'une sortie des tissus par suite de la désorganisation des plages malades, il n'en est pas moins vrai qu'on peut les rencontrer sur des organes parfaitement endigués. J'ai pu m'en assurer expérimentalement, à la condition d'opérer en atmosphère saturée, sous faible pression, à une température suffisamment élevée et sur des organes gorgés d'eau.

Ces productions, sur la nature et la formation desquelles je me propose de revenir, ne sont, on le voit, qu'une forme de *miellat*. Elles viennent dans tous les cas appuyer l'hypothèse que nous formulions déjà en 1900, à savoir que les productions intraépidermiques sont, au moins en partie, le résultat d'une excrétion des éléments sous-jacents.

***

Les considérations qui précèdent montrent que la *Brunissure ne saurait être considérée comme une maladie spécifique.*

L'étude critique de ses manifestations extérieures, aussi bien que de ses caractères microscopiques, nous montre d'une façon péremptoire qu'il s'agit simplement en l'espèce d'un *facies de désorganisation cellulaire sous l'effet d'un déséquilibre de nutrition aboutissant à la mort, suivant un processus morphologiquement défini.*

Les altérations observées sont simplement le résultat d'une exosmose de l'eau du cytoplasme et des leucites assez lente pour permettre à ces deux éléments de la cellule de réagir de façon à modifier à la fois leurs relations, leur architecture physique propre et leur organisation moléculaire.

Toutes les causes capables de provoquer cet état de choses, de porter l'exosmose au-delà de ses limites normales, sans cependant l'exagérer au point d'amener la déshydratation protoplasmique, caractéristique du grillage, ou plus simplement de rompre d'une façon convenable, ni trop lente, ni trop brusque, l'équilibre entre la transpiration normale et l'arrivée de l'eau dans les organes d'assimilation, sont, par cela même, des causes déterminantes du phénomène.

Or, on sait combien ces causes sont variées et quelle est la fréquence de leur action. Il n'y a donc rien d'étonnant à ce que Debray et Roze se soient laissés entraîner au point de proclamer l'universa-

lité de leur Pseudocommis. Leurs conclusions sont identiques aux nôtres, avec cette énorme différence cependant, que ce qu'ils considèrent comme un organisme étranger à la cellule est regardé par nous comme le résultat de la mort de cette cellule suivant un processus défini.

***

Il n'est peut-être pas inutile de faire remarquer que ces conclusions sont identiques dans leur essence à celles que nous formulions en 1900. Elles les généralisent simplement en donnant à la Brunissure la seule signification physiologique qui lui convienne. Le premier, nous avons démontré expérimentalement que la Brunissure n'était pas de nature parasitaire, que l'exagération de la transpiration par insolation directe est l'une des causes principales de la Brunissure de la vigne telle que l'ont définie Viala et Sauvageau. Cela n'a pas empêché Ravaz de dire que, jusqu'à lui, *la cause en était restée inconnue* (*), qu'elle était la *conséquence d'une fructification exagérée* (**).

Il est certes bien évident, et les analyses de l'auteur ne sont nullement nécessaires à la démonstration, que *les grappes en excès drainent à la manière des parasites les principes fertilisants et les matières hydrocarbonées des plantes qui les portent, que leur action est d'autant plus manifeste qu'elles sont plus nombreuses, que l'épuisement des tissus qu'elles provoquent se traduit constamment par un affaiblissement.* Mais de là à conclure à la possibilité de se mettre à l'abri du mal en ramenant le rapport du poids des fruits à celui des sarments $\frac{F}{V}$ à une valeur déterminée, voisine de 3 d'après l'auteur, il y a loin.

Que la Brunissure se montre surtout sur des souches chargées de fruits, cela n'est pas douteux; l'observation en a d'ailleurs été faite depuis longtemps. Mais la surproduction ne saurait être considérée que comme une cause indirecte et aggravante. En dehors de toute expérience, l'observation pure et simple suffirait à le démontrer, vu que des souches complètement dépourvues de fruits, même très vigoureuses, peuvent parfaitement brunir si les conditions météoriques indispensables à la production du phénomène sont réalisées, et cela dans les régions seules où leur action s'exerce avec une intensité convenable.

(*) Communicat, à la Soc. centr. d'Agr. de l'Hérault, 3 nov. 1902.
(**) *C. R. Ac. Sc„ 25 mai 1903.*

# M. M. GRILLE

a Angers

## SUR MES HYBRIDES DE VIGNE ET SUR MON HYBRIDE VRAI DE CHASSELAS PAR VIGNE-VIERGE [634.640]

*— Séance du 6 août —*

Mes hybridations datent des années 1901 et 1902. Je croisai différentes vignes françaises par les hybrides producteurs directs suivants : l'Auxerrois Rupestris, le Seibel n° 1, le Terras n° 20 et l'Othello.

L'Auxerrois Rupestris fonctionnant soit comme père soit comme mère, même associé à des cépages de faible vigueur, m'a donné presque constamment des hybrides très vigoureux qui, pour la plupart, ont reçu de lui la résistance à la gelée et au mildiou. Malgré la présence du phylloxéra, ils sont en général d'une belle verdeur, un petit nombre seulement sont légèrement atteints de chlorose.

L'Othello comme père m'a donné des hybrides très vigoureux. Le Terras n° 20 comme mère m'a donné des hybrides d'une bonne vigueur et d'une certaine résistance au mildiou et à la gelée.

Les hybrides de Seibel n° 1 se sont montrés aussi résistants à la gelée, mais c'est leur défense contre le mildiou qui est surtout remarquable. Ceux de 1901 étaient des Groslot×Seibel et des Côt×Seibel; la plupart ont été gravement atteints de chlorose phylloxérique, plus même que de simples croisements français. J'ai cependant un Groslot×Seibel qui a toujours été d'une verdeur superbe et ne souffre aucunement de la présence du phylloxéra. Sa physionomie me paraît même plus américaine que celle de son père. Je pense qu'en croisant le Seibel 1 avec des cépages très phylloxérants comme le Groslot, on n'obtiendra guère qu'un dizième de plantes résistantes ; mais avec des cépages très vigoureux ou ayant déjà une certaine résistance phylloxérique, comme le Cabernet-Sauvignon, on en pourra obtenir davantage.

Il arrive parfois de rencontrer chez les hybrides des caractères qu'ils n'ont pu recevoir d'aucun de leurs parents et qui sont dus à une fantaisie de la nature provoquée par l'influence de l'hybridation. C'est ainsi que j'ai obtenu deux Cabernet×Auxerrois Rupestris qui

ont les feuilles teintées de violet. J'ai encore un Côt × Auxerrois Rupestris et un Auxerrois Rupestris × Muscat de Frontignan qui ont une allure des plus étranges. Leurs feuilles, au moment où elles se développent, sont extrêmement tourmentées et laciniées, elles portent des dents aiguës très longues ; le long des nervures, elles ont une panachure blanche et rose qui diminue dans la suite, mais les feuilles conservent toujours un aspect particulier, qui pourrait les faire comparer à celles du houx. Les cotylédons de ces vignes étaient d'un vert foncé cendré qui les différenciait très sensiblement de ceux des autres plantes.

Il est possible, dès la première année, d'établir quelques présomptions sur les qualités futures des hybrides. — C'est ainsi que des cotylédons violets ou des taches violettes sur les feuilles feront présumer un cépage à vin très coloré. En cas de croisement entre vignes blanches et rouges, des tiges d'un violet intense feront présumer un cépage rouge, tandis que des tiges vert clair pourront faire espérer un cépage blanc. Là où le phylloxéra sévit intensivement, la chlorose se manifestera sur certains hybrides et produira une première sélection des plantes résistantes. Enfin, en cas d'attaque tardive du mildiou, vers la fin d'août, par exemple, les jeunes vignes pourront avoir acquis assez de force pour présenter une réelle résistance à la maladie. L'année suivante, il sera possible de faire un classement entre elles.

J'arrive à l'hybridation de la vigne par la vigne-vierge *(ampelopsis-hederacea)*. M. Millardet l'avait tentée en 1893. Au Congrès de l'hybridation de la vigne, tenu à Lyon en novembre 1901, il rendait compte de ses expériences. Il avait obtenu une cinquantaine de plantes en tout semblables aux vignes françaises qui leur avaient servi de mères; la vigne-vierge n'avait laissé aucune trace de sa paternité. Il appela cette hybridation au résultat négatif : « Fausse hybridation ou hybridation sans croisement des caractères. »

En 1901, j'hybridai le chasselas par la vigne-vierge; je n'obtins que deux plantes semblables au chasselas et qui moururent du mildiou dans l'année. Je répétai l'expérience en 1902; j'obtins quatre plantes, dont trois furent semblables au chasselas, mais dont la quatrième se révéla un véritable hybride.

Le 20 juillet 1903, cette plante, âgée d'un peu plus d'un mois, était haute de trois centimètres. Elle portait au-dessus des cotylédons quatre très petites feuilles linéaires, puis deux feuilles arrondies, une feuille lancéolée parfaitement régulière, une autre feuille lancéolée portant à gauche un petit éperon, enfin deux feuilles irrégulières

se rapprochant de celles de la vigne, ayant tendance à la forme hastée et portant sur leurs limbes des taches rougeâtres pouvant faire présumer un cépage rouge. Les feuilles arrondies et lancéolées étaient portées sur de larges pétioles. En dehors de la diversité de leurs formes, toutes ces feuilles ont une teinte et un aspect spécial qui les différencient de celles des autres vignes; elles se trouvent être de types variés et fantaisistes qu'on ne retrouve ni chez le chasselas ni chez la vigne-vierge.

Le développement très lent de cet hybride ne lui permettra peut-être pas de passer l'hiver, mais son existence suffit à prouver la possibilité de réaliser de véritables hybridations entre la vigne et la vigne-vierge, même dans des expériences assez restreintes. Peut-être serait-il téméraire d'en attendre des producteurs directs de grande valeur. Pour celà, il faudrait que les différences assez accentuées qui séparent les genres *vitis* et *ampelopsis* ne fussent pas un trop grand obstacle à l'établissement d'une bonne fructification. Il faudrait encore que les fruits des hybrides obtenus n'eussent rien conservé de la fâcheuse saveur de ceux de la vigne-vierge.

La résistance de cette dernière au mildiou et à l'oïdium est extrêmement remarquable; d'autre part, la présence du phylloxéra ne paraît pas l'incommoder. Ces qualités seraient précieuses chez ses descendants.

Les hybrideurs pourront, s'il leur plaît, élucider la question.

---

## M. G. DUTAILLY

Ancien Professeur à la Faculté des Sciences de Lyon

### NOUVELLES RECHERCHES SUR LES *GEUM* ET LEURS HYBRIDES

*— Séance du 8 août —*

Je crois avoir démontré, en 1900 (*), que ce que l'on appelait jusqu'ici, chez certains *Geum*, les carpelles à style « géniculé » est constitué en réalité par des ovaires à extrémité supérieure amincie en un bec qui supporte un style gynobasique. Je n'ai pas connaissance

(*) Congrès internat. de Botaniq. (Paris, 1900). *Comptes rendus*, pp. 185-195. (*Du style géniculé chez certains* Geum.)

que cette interprétation ait été contestée. Pourtant, je ne m'en dissimulais pas les points faibles. Quand ils décrivaient le fruit du *Geum urbanum* et des espèces similaires, les auteurs disaient : « Son style est à deux articles, dont le supérieur est caduc », tandis que, moi, j'appelais bec de l'ovaire ce qui, pour eux, était l'article inférieur du style. Il m'a semblé que je n'avais pas suffisamment différencié le bec de l'ovaire du vrai style et que, sous peine de laisser des doutes dans l'esprit du lecteur, je devais faire appel à de nouveaux faits pour fortifier et définitivement établir ma démonstration. C'est dans ce but que j'envisagerai ici les carpelles des *Geum speciosum* et *heterocarpum* qui, à certains égards, diffèrent tant des *Geum* du type *reptans* et des *Geum* du type *urbanum*. C'est dans ce but encore et en me plaçant à un point de vue tout spécial, négligé jusqu'ici par les observateurs, que j'étudierai les divers hybrides des *Geum*. J'ai pensé enfin que la clarté de mon exposé actuel et aussi de celui de 1900 gagnerait beaucoup à ce que les faits fussent traduits par des dessins et j'ai joint une planche à ces quelques pages.



Résumons d'abord, aussi brièvement que possible, nos recherches précédentes. Je m'étais efforcé, il y a quatre ans, de mettre en lumière toutes les transitions qui existent entre le carpelle à ovaire sans bec et à style terminal persistant des *Geum reptans* et *montanum* et le carpelle à ovaire surmonté d'un bec et terminé par un style gynobasique caduc du *Geum urbanum*. Notre figure 1 représente un fruit du *G. reptans*. Comme on le voit, son ovaire porte des poils qui se continuent sans interruption sur le style persistant et terminal, de *a* à *b*. L'extrémité du style est totalement glabre. Mêmes faits chez le *G. montanum*. C'est d'ailleurs ainsi que décrivent ce fruit tous les auteurs exacts, et notamment M. Rouy.

Après le fruit du *G. reptans*, je plaçais celui du *Waldsteinia geoïdes (fig. 2)* construit fondamentalement comme le précédent, mais qui présente à la base du style, en *a*, une couche génératrice au niveau de laquelle le style se désarticule et se sépare de l'ovaire. Les poils du style n'existent que de *a* à *b*, c'est-à-dire sur le tiers inférieur de l'organe.

Le *Coluria geoïdes (fig. 3)* est très intéressant comme transition vers le *Geum urbanum*, parce que son ovaire est surmonté d'un très court bec *s*, au-dessus duquel se fait la désarticulation du style par le même procédé que chez le *Waldsteinia*. A noter que le bec est ici dépourvu de poils et qu'il tranche ainsi sur le corps de l'ovaire et sur

la base du style qui, eux, au contraire, en sont revêtus. Endlicher avait déjà remarqué que le style est « subterminal », c'est-à-dire que le carpelle, à ovaire plus renflé sur l'un de ses flancs (ce qui n'est peut-être point assez accentué sur notre figure), présente un commencement de gynobasie.

Nous rappelions que cette gynobasie est bien autrement prononcée chez le Fraisier et, en décrivant les premiers états du développement de son carpelle, nous en étudiions le système fasciculaire. Il suffira de se reporter à nos figures 10 à 16 pour se rendre compte et du développement et des faisceaux de ce carpelle. La figure 10 le représente très jeune, alors qu'il a la forme d'une écaille légèrement concave en dedans, pourvue d'un faisceau médian *v* et de deux faisceaux latéraux *r* et *t*. Sur la figure 11, le carpelle est déjà fermé; on distingue son ovaire renflé et son style à peu près terminal. Le faisceau *v* est dorsal et les faisceaux *r* et *t*, d'abord marginaux, sont maintenant intérieurs. Dans les figures 12, 13, 14, 15, l'ovaire se renfle de plus en plus dorsalement, le style restant à sa place première, mais, en raison de la gibbosité ovarienne, semblant devenir de plus en plus latéral et basilaire. On peut voir, sur les mêmes figures, ce que deviennent les trois faisceaux *v*, *r*, *t*; les faisceaux *r*, *t*, montent tout droit dans le style, tandis que le faisceau dorsal *v* contourne la bosse ovarienne, fig. 14 et 15, ascendant en dehors, descendant en dedans, *(v')* puis remontant, mais beaucoup moins haut que les faisceaux *r* et *t*, sur le dos du style *(v'')*. C'est cette distribution des faisceaux que traduit, avec les mêmes lettres, le diagramme *(fig. 16)* qui représente la coupe transversale du carpelle au niveau de l'insertion du style.

Si nous décrivons avec tant de minutie la distribution des trois faisceaux carpellaires du Fraisier, c'est que nous allons les retrouver dans le carpelle du *Geum urbanum*, que la figure 18 reproduit à l'état adulte. Voici d'abord la figure 21, qui représente, du carpelle de ce *Geum*, un état jeune tout à fait comparable à celui du carpelle du Fraisier traduit par la figure 11. Les trois faisceaux *v*, *r*, *t*, sont les mêmes. D'ailleurs, pas plus de gynobasie dans un carpelle que dans l'autre. Ces trois faisceaux *v*, *r*, *t*, se retrouvent dans les figures 20, 19, 17, qui représentent des états de plus en plus avancés du carpelle du *Geum urbanum*. La figure 20 montre, en *m*, le commencement de la gibbosité ovarienne, déjà légèrement pédicellée par le bec *s*, à son début. Le style *k*, terminal dans la figure 21, est déjà légèrement déjeté, comme dans la figure 13, relative au Fragaria. Dans la figure 19, la gibbosité *m* est devenue très nette, et elle serait

tout à fait comparable à celle de la figure 14 (Fraisier) si l'on supprimait le bec *s* qui sépare cette gibbosité de l'ovaire. Le style *k*, qui s'insère en *o*, est maintenant tout-à-fait latéral. La figure 17 représente, fortement grossie, l'extrémité supérieure du carpelle adulte (*fig. 18*). La gynobasie s'est accentuée; le bec de l'ovaire s'est (en *m*) courbé en crochet et l'insertion du style *k* se fait en *o*, au-dessous de ce crochet. Il semble, au premier coup d'œil, que la différence soit grande entre un tel carpelle et celui du Fraisier (*fig. 15*). Supprimez cependant, des figures 17 et 18, leur long bec ovarien *s*; et les faits deviendront les mêmes chez le *G. urbanum* et le Fraisier. Chez tous les deux, il y aura un style gynobasique sessile et personne ne songera à attribuer un style « géniculé » au *Geum*. Il n'y a qu'une légère différence, à part le bec du *Geum* : c'est que, tandis que le faisceau dorsal *ρ* s'épuisait rapidement dans le carpelle du Fraisier, les faisceaux *r* et *t* le dépassant longuement dans le style, c'est au contraire ce faisceau dorsal qui est le plus long et le plus fort chez le *G. urbanum*. Après avoir longé tout le bec (*fig. 17*), il contourne son crochet terminal (*ρ'*), pénètre dans le style et le suit dorsalement presque jusqu'à son extrémité. Les deux faisceaux *r* et *t*, au contraire, disparaissent avant le sommet du bec ovarien. Mais cette différence est de nulle importance et les faits sont fondamentalement les mêmes.

Remarquons, et ce fait nous servira dans un instant, que les poils, abondants sur l'ovaire et sur la partie inférieure de son bec (*fig. 18*) manquent complètement sur le reste du bec, mais réapparaissent sur la partie inférieure du style (*fig. 17 et 18*).

***

Tels étaient, d'une façon générale, les faits sur lesquels nous avions insisté dans notre premier mémoire. On pensera, nous aimons à le croire, que le résumé qui précède, appuyé sur l'explication de quelques-unes des figures de notre Planche, n'aura pas été inutile pour les préciser. Pourtant, ainsi que nous l'avons dit plus haut, il nous a semblé que notre démonstration n'était pas complète, qu'elle pouvait laisser prise à quelque doute et, pour dire le mot, qu'elle présentait quelques lacunes qu'il était nécessaire de combler. Et nous nous sommes décidé à entreprendre l'étude, aussi poussée que possible, de toutes les Rosacées du groupe des *Geum*, avec l'espoir d'y trouver enfin les types de transition qui nous faisaient défaut.

Que l'on compare la figure 3 avec les figures 17, 18, et l'on sentira

aussitôt qu'il y a loin du très court bec *s* de la figure 3 au long bec crochu des figures 17 et 18. Nous avions donc, à ce point de vue, à chercher des intermédiaires. En outre, il était indispensable de trouver des arguments décisifs pour répondre à ceux qui, après notre premier mémoire, pouvaient continuer à croire que, dans les *Geum* à « style géniculé », le bec et l'article supérieur caduc ne sont que les deux moitiés d'un même organe, le style.

Disons tout de suite que ni les *Cercocarpus*, ni les *Cowania*, ni les *Fallugia*, ni les *Purshia*, ni les *Ivesia*, ni les *Chamæbatia*, ni les *Horkelia* ne nous ont fourni les faits que nous cherchions. Les *Cercocarpus ledifolium* et *parvifolius*, que j'ai étudiés, ont (comme on le décrit d'ailleurs) le style terminal persistant, à la façon de celui du *Geum reptans*, et poilu depuis sa base jusqu'à une faible distance de son sommet. Le *Cowania mexicana*, le *Purshia tridentata*, le *Chamæbatia foliosa*, le *Fallugia paradoxa*, ont également le style terminal et persistant qu'on leur attribue. Je note, en passant, que j'ai trouvé constamment deux ovules, l'un inséré au fond de la cavité ovarienne, l'autre un peu plus haut, dans le carpelle du *Fallugia paradoxa*, alors que tous les auteurs (Endlicher, Bentham et Hooker, Baillon, etc.) ne parlent que d'un ovule unique.

Quant aux *Horkelia* (vu *H. congesta*, *tridentata*, *fusca*) et aux *Ivesia* (vu *I. depauperata*, *Baylei*, *Pickeringii*), dont Baillon dit que la situation du style est variable et qu'il peut être terminal, latéral, articulé ou non, j'espérais trouver chez eux les chaînons intermédiaires dont j'avais besoin pour compléter mes séries de faits; mais mon attente a été déçue. Tous les *Horkelia* et *Ivesia* que j'ai examinés ont un style gynobasique caduc, inséré sur un ovaire dépourvu de bec; c'est-à-dire qu'ils réalisent, en somme, le type banal du Fraisier et de bien d'autres Rosacées.

Je n'ai pas été plus heureux avec les *Sieversia* (vu *S. Rossii*, *triflora*, *elata*) dont Baillon fait avec raison, semble-t-il, des *Geum* et qui ont un style terminal, rectiligne, persistant, de *Geum reptans*. C'est en revenant au genre *Geum* proprement dit et notamment aux *G. speciosum* et *heterocarpum*, que j'ai enfin trouvé ce que je cherchais.

Le *G. speciosum*, dont notre figure 4 représente le carpelle, possède un ovaire surmonté d'un bec *s*, encore assez court à la vérité, mais néanmoins notablement plus long que celui du *Coluria* traduit par notre figure 3. Le bec est séparé du style par une articulation *a*, au niveau de laquelle le style se détache à la maturité. L'ovaire et

son bec sont chargés de poils, tandis que le style en est complètement dépourvu.

Ce n'est point encore là le long bec du *Geum urbanum*. Mais voici le *Geum heterocarpum* qui va s'en rapprocher davantage. Le *G. heterocarpum*, d'Espagne, d'Algérie, etc., est un *Geum* exceptionnel, que Boissier (Flora orientalis) range dans sa section « *Orthurus* », caractérisée, selon lui, par un style « rectus, ad medium geniculato articulatus, articulo inferiore apice non uncinato ». Cette caractéristique n'est que partiellement exacte, interprétation morphologique à part. Que l'on se reporte à notre figure 5, qui représente le carpelle dans la fleur épanouie, et l'on verra que l' « article » supérieur, uni en *a* avec l' « article » inférieur, n'est nullement « géniculé » par rapport à lui. En réalité, l'ovaire poilu est surmonté d'un long bec *s*, tout-à-fait comparable cette fois, par ses dimensions, avec celui du *G. urbanum*; et ce bec s'articule, en *a*, avec le style placé bout à bout avec lui, par conséquent non gynobasique.

Boissier a fort exactement décrit les poils qui revêtent ce carpelle à l'état adulte : « Carpellis adpresse hirtis, écrit-il, styli articulo inferiori apice retrorsum barbellato, superiore basi hispido. » C'est ce que traduit notre figure 4, où l'on voit, en *s*, le bec chargé de poils dirigés vers le bas, tandis que ceux de l'ovaire sont orientés de bas en haut, comme ceux du style à partir de sa base *a*.

A la maturité du fruit, le style tombe et l'ovaire, surmonté de son long bec à poils récurvés, s'accroche, grâce à ces poils qui sont des organes de dissémination, à la toison des animaux qui passent.

C'est, on le voit, un tout autre procédé que celui du *G. urbanum*, dont le fruit s'attache par l'intermédiaire du crochet terminal qu'il doit à sa gynobasie. Si nous insistons sur le système pileux du fruit du *G. heterocarpum*, ce n'est pas tant à cause de la fonction disséminatrice des poils du bec que parce que ces poils, par leur ordre d'apparition, créent entre le bec du fruit et le vrai style la ligne de démarcation profonde, absolue, que notre premier mémoire n'avait pas suffisamment mise en lumière. Suivons, pour nous en convaincre, le développement du carpelle tel que le retracent les figures 9, 8, 7, 6. La figure 9 représente un état jeune, dans lequel l'ovaire, encore dépourvu de bec, est surmonté directement par le style dont le sépare l'articulation *a*. A cette phase, le carpelle ne porte pas trace de poils. La figure 8 donne un état un peu plus avancé. Il existe alors un commencement de bec, *s*, et le style porte des poils encore rudimentaires et dont l'apparition s'est faite de haut en bas. Sur la

figure 7, les poils du style se sont allongés; ceux de l'ovaire ont apparu; quant à ceux du bec *s*, déjà long, il n'en existe pas encore trace. C'est que le bec, organe tardif intercalaire, plus récent que l'ovaire et le style, n'est pas encore en âge de donner naissance à des poils. Ceux-ci *(fig. 6)* n'apparaissent qu'un peu plus tard, de bas en haut et, presque tout de suite, les grosses cellules qui en sont le début se rabattent vers le bas. Cette formation, en trois temps, des poils sur le style, sur l'ovaire, sur le bec, est caractéristique, et nous croyons que désormais, pour qui aura quelque peu médité sur ces faits, il ne sera plus possible de soutenir que le bec du fruit des *Geum* du groupe du *G. urbanum* n'est que l'article inférieur du style.

***

Un intermédiaire, dans la longue série des carpelles des Fragariées, me faisait encore défaut. Il y avait en effet un hiatus profond entre la carpelle à style gynobasique du *Geum urbanum (fig. 17)*, avec son bec à crochet, et le carpelle du *G. heterocarpum*, avec son style terminal et son bec droit *(fig. 5)*. J'avais essayé de combler cette lacune par les carpelles gynobasiques ordinaires, du type du *Fragaria (fig. 15)* qui, certes, au point de vue anatomique et morphologique sont, nous l'avons vu, parfaitement comparables à ceux du *Geum urbanum*. Néanmoins, en apparence et pour les observateurs superficiels qui ont besoin d'être convaincus comme les autres, la différence semblait grande. Je cherchais donc quelque type intermédiaire et je désespérais de le rencontrer, quand l'idée me vint d'étudier les hybrides de *Geum*. Certains de ces hybrides, me disais-je, ont pour parents deux *Geum* ayant l'un et l'autre des styles dits « géniculés ». D'autres hybrides ont pour parents un *Geum* à style « géniculé » et un *Geum* à style terminal rectiligne persistant. Étudions ces hybrides au point de vue de la forme de leurs carpelles.

Il existe un hybride du *G. urbanum* et du *G. rivale* (tous deux à style « géniculé »). C'est le *G. intermedium* Ehrh. Le Dr Gillot, qui a étudié avec tant de sagacité les hybrides de *Geum*, voulut bien m'en envoyer un pied vivant, avec des fleurs et des fruits. Je n'attendais, je l'avoue, pas grand résultat de l'étude de cet hybride. La fécondation d'un *Geum* à style « géniculé » par un autre *Geum* à style également « géniculé » ne saurait, *a priori*, produire qu'un troisième *Geum* à styles pareillement « géniculés », quelle que soit d'ailleurs la longueur des deux « articles » de ce style. Mes prévi-

sions se réalisèrent. Tous les carpelles de l'hybride étaient également « géniculés ». Je ne retirai donc de cette observation rien qui m'intéressât spécialement, sinon un fait dû entièrement aux observations du Dr Gillot et qui, à un point de vue tout spécial, a son importance; c'est celui-ci : « Le *G. intermedium* que je vous envoie, m'écrivait le Dr Gillot, provient d'un semis spontané de l'hybride sauvage cultivé dans mon jardin, et il est absolument identique à la plante-mère. » Voilà donc un hybride que ne modifie pas la culture, un hybride fixé. Quelle différence y a-t-il entre cet hybride, pour qui n'en sait pas l'origine, et une « bonne » espèce quelconque de *Geum?*

Mais laissons de côté pour l'instant ce fait qui, on le verra, se rapporte assez directement à notre sujet.

Après les hybrides à carpelles similaires, les hybrides à carpelles dissemblables. Trois de ces hybrides sollicitaient surtout mon attention : le *G. inclinatum,* le *G. Tirolense,* le *G. Billieti.* Tous les trois sont des hybrides du *G. montanum* (à styles droits, non articulés, terminaux) et du *G. rivale* (qui a les « styles articulés, géniculés »). Les descriptions que faisaient de ces trois hybrides les auteurs me permettaient d'espérer des faits curieux et utiles à ma thèse. On y décrivait, dans une même fleur, des carpelles divers : les uns, de *G. montanum,* à style droit; les autres, de *G. rivale,* à « style géniculé ». Je comptais qu'un examen minutieux me ferait rencontrer autre chose encore, c'est-à-dire des carpelles intermédiaires aux deux formes, qui participeraient par conséquent de chacune d'elles par certains caractères. J'espérais, en d'autres termes, y trouver le passage entre le fruit à bec courbé et à style gynobasique du *Geum rivale* et le fruit à style droit, sessile, non gynobasique, du *G. montanum.* Mon espoir fut d'abord déçu. Des fleurs du *G. Tirolense,* du *G. inclinatum,* que je dus à l'amabilité généreuse de M. Rouy, ne m'apprirent rien de neuf. Tous les fruits des fleurs étudiées de ces deux *Geum* avaient le même bec courbé et le même style. A ce point de vue, l'influence du *G. rivale* avait donc été absolument prépondérante.

J'eus plus de succès avec la fleur de *G. Billieti* que m'avait donnée M. Rouy. Tous ses fruits étaient du type *rivale,* sauf un qui m'apporta enfin le fait que je cherchais. Il est représenté par la figure 25 et, à côté de lui, la figure 24 reproduit l'un des carpelles du type *rivale.* Celui-ci offre un long bec *n,* courbé en croc à sa terminaison et, sous le croc, s'insère le véritable style. Les poils du bec cessent de *n* à la pointe *m* du croc. Comparons la figure 25 à cette figure 24

et nous verrons qu'un seul organe manque à la figure 25 pour que les deux carpelles soient identiques : le crochet terminal du bec. Sur une longueur *m n,* les poils s'interrompent sur l'un et l'autre carpelle. Si le carpelle de la figure 25 était un fruit de *G. montanum,* cette interruption des poils n'existerait pas. Mais ce fruit anormal n'est pas un fruit de *G. montanum.* Il est un fruit de *G. rivale* chez lequel, par suite du croisement avec le *G. montanum*, le crochet du bec, c'est-à-dire le gynobasie stylaire, a disparu. Dans ce fruit, le bec vient du *G. rivale* et l'absence d'articulation du style, en *m*, provient du *G. montanum.* Au total, dans une même fleur, on rencontre des carpelles du type de la figure 17, c'est-à-dire du type du *G. urbanum*, et un carpelle *(fig. 25)* qui est fondamentalement du même type que celui de la figure 5. Le point de jonction deş deux types, la transition cherchée, sont donc trouvés ; trouvés, il est vrai, dans un hybride, mais qu'importe ?

J'en étais là de mes observations quand, en juin 1903, le Dr Gillot m'envoya deux échantillons frais, admirablement démonstratifs, de *G. Billieti.* Dans le premier, la plupart des carpelles étaient « géniculés » dans la même fleur ; cinq ou six seulement, dans cette fleur, étaient identiques au carpelle de la figure 25. Il n'y avait pas de vrai carpelle de *G. montanum.* Dans le second échantillon, une demi-douzaine seulement de carpelles étaient « géniculés », c'est-à-dire du type du *G. rivale.* Tous les autres carpelles, très nombreux, étaient au contraire du type de la figure 25. Quelques-uns de ces derniers *(fig. 26)*, dépourvus de poils de *m* à *n*, présentaient dans cette région (tout à fait comparable à la région *m n* des figures 24 et 25) une sorte d'ondulation, une légère courbure, qui en faisaient quelque chose d'intermédiaire entre le bec droit de la figure 25 et le bec crochu de la figure 24. C'était un reste de gynobasie ; et nous croyons que ce fait complète définitivement la démonstration commencée par la figure 25. A un autre point de vue, il est clair que, dans le premier échantillon, c'est l'influence du *G. rivale* qui était dominante, tandis que, dans le second, c'est celle du *G. montanum* qui paraît avoir eu la prééminence. Ainsi peuvent s'expliquer les divergences entre les auteurs, dans la description des *G. Tirolense, inclinatum, Billieti* et autres. Le croisement à doses d'influence variables ne peut que produire des hybrides à carpelles de formes également variables.

J'ai, grâce aux plantes fraîches de M. Gillot, pu faire l'organogénie des carpelles du type de la figure 25. Les figures 22 et 23 traduisent deux états de l'évolution de ces carpelles, états très comparables à

ceux des figures 8 et 7. Dans la figure 22, le style surmonte le court bec *s* de l'ovaire et les poils, nés sur ce style, apparaissent de haut en bas, l'ovaire en étant encore dépourvu. Dans la figure 23, les poils supérieurs du style se sont allongés, les inférieurs restant encore très courts, et l'ovaire commence à se garnir également de poils qui se forment aussi de haut en bas. Cette apparition graduelle des poils, de haut en bas, sur le carpelle, s'explique ici comme dans les autres *Geum*, par ce fait que le carpelle est à formation basipète ; que c'est l'extrémité supérieure du style qui apparaît la première ; que l'ovaire ne se constitue qu'après le style et que les poils apparaissent d'abord, tout naturellement, sur les parties les plus âgées. C'est pour cela que le bec carpellaire, constitué en dernier lieu, est aussi la dernière portion du carpelle qui se revête de poils. *(fig. 6.)*

***

On nous permettra d'excursionner un instant dans le champ des hypothèses et de poser à nouveau une question qui nous a déjà préoccupé lors de la rédaction de notre premier mémoire.

En 1900, nous nous sommes demandé d'où provenait le bec crochu du fruit du *Geum urbanum*, bec si utile à la dispersion du fruit. Et nous répondions que, sans doute, les ancêtres de ce *Geum* avaient possédé des ovaires sans bec, à style gynobasique, qui, « par un phénomène d'adaptation, sur lequel nous ne voulions point faire de conjectures », avaient graduellement produit le bec utile à la dissémination.

Cette hypothèse est peut-être logique, mais on pourra la trouver surtout commode. Et puis elle a un grand défaut, c'est de ne point paraître susceptible de vérification. Je crois donc qu'aujourd'hui, après les faits que j'ai décrits chez le *Geum Billieti* et que résument les figures 25 et 26, on peut, à côté de cette hypothèse-là, en placer une autre. Nous avons rappelé que les hybrides des *Geum* sont fertiles et qu'en particulier le *G. intermedium*, d'après le Dr Gillot, se reproduit de semis, identique au pied qui a porté les fruits. Nous avons vu, en outre, que le croisement d'un *Geum* à bec géniculé avec un *Geum* à ovaire sans bec, mais à style droit, produisait des carpelles à bec non géniculé. Pourquoi le croisement d'un *Geum* à bec long et droit, comme le *Geum heterocarpum (fig. 5)* avec une Fragariée à ovaire sans bec et à style gynobasique *(fig. 15)* ne pourrait-il pas produire un fruit à bec courbé et à style gynobasique, comme celui du *Geum urbanum?* La difficulté est la même dans les

deux cas. La fécondation de *G. rivale* par le *G. montanum* l'a surmontée dans le premier cas. Pourquoi la fécondation du *Geum heterocarpum* par le pollen d'une plante à chercher parmi les Potentilles, les *Sibbaldia*, les *Ivesia*, les *Horkelia*, ne donnerait-elle pas, si elle était possible, un fruit à style « géniculé », très analogue à ceux des *Geum urbanum*, *rivale*, et autres similaires ? Pourquoi, surtout, si ces derniers *Geum* ont eu d'abord des fruits sans bec et à style gynobasique de Potentille, pourquoi ces *Geum* primitifs, croisés avec d'autres Geum à bec droit, du type du *G. heterocarpum*, n'auraient-ils pas pu constituer d'emblée des hybrides à fruits de *Geum urbanum*, hybrides qui, reproduits intégralement par leurs graines, seraient devenus les *G. urbanum*, *rivale*, etc., qui sont nos espèces incontestées d'aujourd'hui ?

---

M. Henri COUPIN

Docteur ès sciences, à Paris

## SUR L'ALIMENTATION MINÉRALE D'UNE MOISISSURE TRÈS COMMUNE (*STERIGMATOCYSTIS NIGRA*)

— *Séance du 8 août* —

Les renseignements les plus précis que nous possédions sur l'alimentation des végétaux sont relatifs à une moisissure noire très commune, le *Sterigmatocystis nigra*, dont Raulin a fait une étude magistrale en 1870. Je me suis proposé de compléter ces recherches et d'en vérifier les résultats en opérant, non comme le faisait Raulin, à l'air libre, mais dans des ballons stérilisés à l'autoclave. Je me contenterai d'énoncer les conclusions auxquelles je suis parvenu et dont certaines ont été déjà présentées à l'Académie des Sciences et à la Société de Biologie :

1° Contrairement à ce qu'avait dit Raulin, le fer, le silicium et le zinc ne sont d'aucune utilité dans la nutrition de la moisissure.

2° Le zinc même retarde le développement du mycélium, quand la nourriture est abondante et il le tue quand il est mal nourri.

3° Le mycélium est susceptible de fournir lui-même l'acidité nécessaire à son entier développement.

4° La moisissure assimile le magnésium, non seulement à l'état de carbonate, mais tout aussi bien à l'état de phosphate, de sulfite, de chlorure, d'azotate, de bromure, de sulfate, de citrate et d'acétate.

5° On observe une grande facilité d'assimilation du phosphore qui, dans le cas du biphosphate de calcium, du pyrophosphate de potassium, du phosphate de potassium, du phosphate de magnésium, est utilisé même avec plus de profit qu'avec le phosphate d'ammonium. La moisissure peut aussi prendre le phosphate à des composés du sodium, dont l'élément métallique ne lui est d'aucune utilité. L'hypophosphite de sodium seul s'est montré inassimilable; il se comporte même comme un poison (à la dose de 0 gr. 12 par 300 cmc. de liquide).

6° Le soufre peut être emprunté à des états très divers par la mucédinée, qui est susceptible de s'en nourrir sous forme de sulfate (M*g*, N*a*, K, A*m*); de bisulfate (N*a*, K); de sulfite (N*a*); de bisulfite (N*a*); d'hyposulfite (N*a*, K); de sulfure (K); de sulfocyanure (K); de pyrosulfate (K). Le monosulfure de potassium, le sulfhydrate d'ammonium et le bisulfite de potassium se sont comportés comme des poisons (à la dose de 0 gr. 05 pour 300 cmc. de liquide). Le sulfure de sodium est indifférent. La forme la plus assimilable est le sulfate d'ammonium qui, en outre, apporte au liquide nutritif un contingent d'azote.

7° J'ai montré, en collaboration avec M. Molliard, que le *Sterigmatosistis* privé de potassium, présente des formations tératologiques des plus singulières.

8° Le potassium ne peut être remplacé par aucun autre métal alcalin, ni le sodium, ni le lithium, ni le rubidium, ni le césium (recherches inédites).

9° L'aluminium et le calcium n'accroissent nullement le rendement de la moisissure, quelle que soit la forme sous laquelle on lui présente (recherches inédites).

Il y a encore de nombreuses questions à étudier sur le même sujet (forme assimable du potassium, forme assimilable de l'azote, assimilation des acides, des hydrocarbonés, etc.); je compte les résoudre d'ici la prochaine réunion de l'Association.

(Travail du Laboratoire de botanique de la Sorbonne,
dirigé par M. Gaston Bonnier.)

---

Feu L. GÉNEAU DE LAMARLIÈRE et M. J. MAHEU

## SUR QUELQUES MUSCINÉES CAVERNICOLES DES TERRAINS SILICEUX

— *Séance du 8 août* —

Dans nos recherches précédentes, nous avons eu à nous occuper spécialement des Muscinées cavernicoles récoltées en terrain calcaire. Dans les terrains siliceux, les vraies cavernes sont plus rares, mais cependant les cavités humides et peu éclairées ne font pas défaut et leur population bryologique, quoique plus restreinte, n'est pas à négliger. Elle présente bon nombre de modifications intéressantes pour l'observateur, ou qui peuvent avoir leur importance pour la Bryologie générale et même pour la connaissance des variations morphologiques que peuvent subir les plantes de tout ordre sous l'influence du milieu extérieur.

Les matériaux étudiés dans cette note proviennent surtout de la Chaîne des Vosges, aussi bien de la partie granitique que de la partie gréseuse. Celles du granite ont été recueillies au Hohneck, dans le *Frankenthal Keller*, vers 1.100 mètres d'altitude, puis aux environs du Rudlin, entre 700 et 900 mètres. Les espèces recueillies sur les grés proviennent des environs de Vexaincourt. Nous y avons joint quelques échantillons empruntés à diverses régions siliceuses de la France et des îles anglo-normandes.

*Plagiothecium silvaticum* Br. eur. — Les échantillons recueillis dans les anfractuosités obscures des grés du Mont Chauvet, à Fontainebleau, ont une couleur brunâtre; mais, à part cette coloration particulière et l'allongement des tiges, rien ne les distingue du type.

On observe la même coloration dans les nombreux individus de la caverne du Frankenthal. Mais, de plus, la plante est plus petite et plus grêle dans toutes ses parties. Les feuilles plus distantes, plus étroites, sont proportionnellement plus longues et plus aiguës au sommet, les cellules s'allongent aussi et sont moins larges, de manière à passer à la forme des cellules du *P. denticulatum* qui diffère peu du *P. Silvaticum*. La décurrence des feuilles est plus étroite, réduite souvent à une rangée de longues cellules. La présence de quelques rhizoïdes naissant sur la nervure des feuilles inférieures permet de rapprocher ces échantillons de la var. *phyllorhizans* Syr. que nous avons retrouvée plus accentuée et

aussi en échantillons plus vigoureux dans des cavités fraîches et peu éclairées du vallon de Xéfosse, près le Rudlin et à Vexaincourt. Cette variété, d'ailleurs, peut très bien être considérée comme une forme cavernicole du *Pl. silvaticum*.

*Plagiothecium elegans*. Br. eur. (Cavités obscures et fraîches au-dessus du Rudlin, vers 800 m.). Il est peu différent du type, croissant aux environs. Quelques rameaux sur le bord des touffes s'effilent, prennent des feuilles petites et espacées, tendant vers les formes cavernicoles. Il ne faut pas confondre ces rameaux avec les ramuscules nombreux et caducs que produit la plante dans certaines circonstances encore mal définies.

*Thamnium alopecurum* Br. eur. — On retrouve à la caverne du Frankenthal presque toutes les variations qui ont été constatées pour cette plante dans les cavernes du Lot, en particulier à Padirac, et que nous avons décrites ailleurs. C'est ainsi que nous y avons constaté les formes *distans*, *complanata* (assez rarement pures). *filescens* et enfin la variété *gracilis* G. Lama. et Mah. Cette dernière variété est tantôt isolée, tantôt sous forme de longs stolons fixés à des rhizomes normaux, ce qui lui ôte beaucoup de sa valeur et nous engagerait presque à la réduire à l'état de simple forme.

Mais, si l'on trouve au Hohneck la plupart des variations observées dans les cavernes calcaires du Lot, il en est au moins une qui manque; c'est la forme *palleur*, toujours jaunâtre et qui doit être due à une sorte de chlorose attribuable, comme origine, au calcaire. Cette teinte se retrouve d'ailleurs dans la var. *Hécartii* G. Lamb. et Mah., qui croît sur la craie.

D'une façon très générale aussi, les échantillons du Hohneck, quoique plus hauts de taille que le type, sont moins développés que ceux de Padirac.

*Eurhynchium prœlongum* Br. eur. — Outre quelques touffes très voisines du type, mais plus vertes, la caverne du Frankenthal nous a fourni de multiples transitions à la var. *filiforme* G. Laml. et Mah., ainsi que la variété elle-même, identique ou presque aux échantillons des cavernes du Lot.

*Eurhynehium Stokesii* Br. eur. — Cette espèce est assez fréquente dans les cavernes, mais elle ne nous avait pas encore présenté de variations notables. Dans la *Frankenthal Keller*, nous avons pu, pour la première fois, trouver le type d'une variété nouvelle. Les touffes en sont maigres et de taille réduite : les rameaux principaux, longs de 2 à 3 cm., sont simples ou une seule fois pennés, et souvent assez irrégulièrement ramifiés. Les feuilles caulinaires, plus petites environ de moitié que dans les types, conservent la forme normale, mais sont fréquemment entremêlées d'autres feuilles dites accessoires, dans lesquelles la longue pointe caractéristique s'atténue à différents degrés et peut même disparaître complètement. La taille des cellules et la denticulation restent à peu près normales. Les feuilles raméales, très petites, sont longues et étroites et encore bien dentées. Nous avons appelé cette forme appauvrie, var. MINUS var. n.

*Eurhynchium myosuroides* Br. eur. — Une grotte de la falaise de la Corbière, sur le granit (île de Jersey), nous a fourni des échantillons à peu près normaux de cette espèce.

Les anfractuosités obscures du granite au Rudlin (Vosges) recèlent la même espèce sous la forme *filescens* Ren.

*Mnium hornum* L. — Les échantillons recueillis au Rudlin et dans le Frankenthal-Keller montrent un certain nombre de variations concordantes, sinon toujours constantes. La tige tend à s'allonger, les feuilles à s'espacer et les touffes deviennent plus lâches. Les feuilles sont généralement un peu plus longues et relativement plus étroites. La marge et la nervure perdent plus ou moins leur couleur brunâtre et peuvent même être entièrement vertes. Les dents sont plus espacées, un peu plus longues et plus grêles. Le tissu de la feuille paraît varier assez peu; cependant, les cellules de la base ont une certaine tendance à s'allonger, et d'une façon générale, les parois cellulaires sont moins épaisses.

*Mnium undulatum* Neck. — A côté d'échantillons stériles normaux et de grande taille, la caverne du Frankenthal nous a offert des variations intéressantes, à peu près dans le même sens que celles présentées par le *M. hornum*, mais plus accentuées. On y constate par exemple que les dents deviennent plus espacées et plus grêles, tandis que la forme générale et la taille des cellules varie peu. Mais, dans d'autres échantillons, les feuilles ont une tendance à se raccourcir et à s'élargir tout en conservant les caractères généraux du type, de sorte que cette espèce a une certaine tendance à converger vers le *Mnium affine*, var. *elatum* Br. e., forme des endroits humides.

*Mnium affine* Schw. — Nous avons d'ailleurs trouvé cette dernière variété au même endroit avec quelques brins présentant les caractères de la var. *transiens* G. Lamb. et Mah.

*Mnium punctatum* L. — Cette espèce a été constatée dans la caverne du Frankenthal et dans les anfractuosités obscures et humides des rochers à la cascade du Rudlin. Elle est à peine modifiée.

*Webera albicans* Schimp. — Nous avons trouvé en très petite quantité à la caverne du Frankenthal et dans une cavité humide de la Montagne du Roule, à Cherbourg, une variation notable de cette espèce que nous décrivons sous le nom de var. CAVERNARUM var. nov. Elle diffère du type par ses touffes très lâches, ses tiges plus grêles, vertes au sommet, roses au milieu, rouges seulement à la base, ses feuilles plus espacées, à nervure et à bords décurrents (la nervure est verte), ses feuilles plus étroites et plus aiguës, à cellules plus grandes, plus molles, à dents moins nombreuses et moins fortes, manquant quelquefois entièrement. Cette variété montre bien toutes les variations caractéristiques des échantillons des cavernes.

*Fissidens adiantoides* Hedw. — Dans la caverne du Frankenthal, cette espèce se présente à peu près normale.

*Fissidens taxifolius* Hedw. — Touffes lâches, mais normales pour le reste. (Caverne à Vexaincourt.)

*Plagiochila asplenioides* Dum. Cette espèce est assez abondante dans la caverne du Frankenthal. Elle s'y présente sous une forme particulière, à tiges assez longues (4 à 5 cent.), presque simples, ou même simples, à

feuilles écartées, entières ou presque entières, ou présentant seulement quelques vagues sinuolations; les bords des feuilles sont plans. Nous considérons cette forme comme une variété : var. REMOTIFOLIA var. nov. Une forme beaucoup plus grêle, dérivant évidemment de la précédente, est pour nous la forme DEPAUPERATA.

*Metzgeria furcata* Dum. — Caverne du Frankenthal. A peu près normal.

*Metzgeria conjugata* Lindb. — Caverne à Vexaincourt. Très développé, mais normal.

*Fegatella conica* Corda. — Dans le Frankenthal Keller, nous avons trouvé la var. *leptophylla* G. Lamb. et Mah., semblable ou presque semblable aux échantillons recueillis dans les cavernes du Lot.

## CONCLUSIONS

Les cavernes des terrains siliceux, dont il est question dans cette note, possèdent un certain nombre de Muscinées silicicoles qui leur sont propres, comme *Plagiothecium elegans*, *P. silvaticum*, *Mnium hornum*, *Webera albicans*, etc., et chez ces espèces on observe des modifications parallèles à celles qui ont été constatées pour les espèces propres aux cavernes des terrains calcaires.

Chez les espèces indifférentes à la nature du sol et qui ont été trouvées dans les cavernes des deux sortes de terrains, lorsque les variations sont poussées à l'excès, on constate la production de variétés et de formes semblables des deux côtés. Ce fait se constate très bien chez le *Thamnium alopecurum* (f. *distans*, f. *complanata*, f. *filescens* et var. *gracile*), chez l'*Eurhynchium prælonguum* (var. *filiforme*) et chez le *Fegatella conica* (var. *leptophylla*). Cependant il est à présumer que des recherches plus prolongées pourront amener la découverte de variations propres, dues à la nature chimique du sol, car nous avons déjà constaté que les formes pâles du *Thamnium alopecarum* (j. *pallens* et var. *Hecartii*) paraissent manquer aux terrains siliceux.

Le climat et l'altitude ne paraissent pas avoir une influence aussi sensible dans les cavernes qu'au dehors. C'est qu'en effet la température, qui est le facteur variant le plus avec l'altitude et le climat, varie beaucoup moins à l'intérieur des cavités qu'à l'extérieur, les autres conditions externes pouvant rester à peu près semblables. Aussi, voyons-nous le *Webera albicans* présenter les mêmes variations à Cherbourg, presque au niveau de la mer, et dans un climat maritime et au Frankenthal, au-dessus de 1.000 mètres d'altitude et dans un climat très rude, tandis que ce même *W. albicans* dans les

régions alpines, en dehors des cavernes, présente une variation notable, la var. *glaciale* Br. eur. Le *Thamnium alopecurum* et l'*Eurhynchium prælongum* varient à peu près de la même façon dans les cavernes du Lot, entre 200 et 300 mètres, dans un climat subméditerranéen, et dans les Hautes-Vosges. Cependant, la dernière espèce, dans les régions méridionales et en dehors des cavernes, produit des formes spéciales, en particulier la var. *rigidum* N. Boul. Cependant, pour pouvoir être plus affirmatif, il faudrait attendre d'avoir exploré des cavernes plus élevées que celle du Frankenthal, qui est seulement à la limite des zones subalpine et alpine.

Enfin, il faut remarquer que la population bryologique des différentes cavernes explorées, quoique tendant à s'uniformiser, grâce à l'uniformisation des conditions extérieures d'existence, ne perd pas tout caractère individuel, ou au moins régional, et ce qui précède s'applique seulement à un certain fond de Muscinées, qui sont communes à beaucoup de cavernes explorées jusqu'ici. Mais, à côté de ces espèces ubiquistes, il s'en trouve d'autres plus spéciales aux cavernes de chaque région. Ce fait est dû à ce que la population bryologique des cavernes est toujours sous la dépendance étroite de la flore de l'extérieur qui lui fournit des germes plus ou moins fréquemment renouvelés qui sont l'origine des individus cavernicoles. Ainsi que nous l'avons fait remarquer dans une note précédente (*) et sous ce rapport, les cavernes des Vosges se conforment à la loi générale : elles sont peuplées uniquement d'espèces appartenant à la région silvatique au voisinage desquelles elles se trouvent.

---

## M. G. POIRAULT

Directeur de la Villa Thuret, à Antibes

### SUR LE BOUTURAGE D'ÉTÉ [635.14]

— *Séance du 8 août* —

L'obligation dans laquelle je me suis trouvé, en prenant la direction de la Villa Thuret, de reconstituer des collections de plantes détruites ou fort compromises par la mauvaise culture et le manque

(*) Géneau de Lamarlière et Maheu : *Sur les affinités géographiques des Muscinées des Cavernes* (Assoc. fr. pour l'avanc. des Sc., Congrès de Montauban, 1902, p. 674).

de soin, m'a amené à étudier les diverses méthodes de bouturage. Les jardins du littoral m'ont fourni plusieurs centaines d'espèces dont les boutures ont été, de diverses manières, enracinées au Jardin Thuret. Le procédé qui m'a donné les meilleurs résultats est celui sur lequel le regretté Maxime Cornu rappelait l'attention il y a quelques années : le bouturage en plein soleil. Les boutures sont placées sous châssis, *en plein soleil*, dans des coffres bien drainés par un lit de pierres et de fascines recouvert d'un mélange de sable et de terre légère, le tout surmonté d'une couche de quelques centimètres de sable de rivière, dans lequel les boutures sont piquées directement. Pour empêcher la dessiccation des feuilles, qui ne manquerait pas de se produire rapidement, il est nécessaire de bassiner fréquemment, le degré de fréquence de ces bassinages dependant, naturellement, de l'ardeur du soleil. Ce procédé, qui a l'inconvénient d'exiger une main-d'œuvre continue (*), a pour lui l'immense avantage de provoquer un enracinement très rapide. En quelques jours, des plantes molles (Salvia, Acanthacées, etc.) développent des racines nombreuses, et la très grande majorité des espèces dont j'ai essayé l'enracinement ont été bouturées en quelques semaines.

Je ferai connaître ultérieurement pour chacune des espèces soumises à ces essais la nature des rameaux qui ont été employés, ceux qu'il convient de choisir de préférence et l'époque la plus favorable. J'indiquerai les nombreuses particularités intéressantes que j'ai été à même de noter au cours de ces expériences. Le but de cette courte note c'est d'abord de rappeler que j'ai pu enraciner, en un laps de temps relativement court, des plantes qu'il est parfois long et difficile de faire enraciner autrement *(Acacia, Hakea, Grevillea Greya Sutherlandi, Pittosporum, Pomaderris, Alyxia ruscifolia, Noltea africana, Corokia cotoneaster, Lithræa vene nosa, Schinus, Rhus, Murraya exotica, Phyllocladus trichomanoides, Atalantia buxifolia, Myrsine africana*, etc., etc.). C'est ensuite d'appeler l'attention sur la possibilité de bouturer en quelques jours des plantes qu'on multiplie d'ordinaire plus lentement par un tout autre procédé : je veux parler des plantes grasses. Les *Crassulacées*, les *Portulacées*, les *Rhipsalis*, les *Opuntia*, les *Mesembryanthemum*, les *Senecio* de la section *Kleinia*, les *Aloe*, etc., peuvent être bouturés en plein

(*) Cet inconvénient est d'ailleurs assez mince si j'en juge par ce que j'ai vu à la Villa Thuret. En deux ans (1902, 1903) la Villa Thuret aura distribué aux Jardins botaniques près de 1000 espèces de plantes. Sur ce nombre, plus de la moitié correspond à des plants de boutures. C'est donc plus de 10.000 boutures qui auront été faites ainsi. Or, les soins dont il vient d'être question ont été donnés par un seul apprenti qui, dans l'intervalle des opérations de bassinage, était employé à un autre travail.

soleil avec une facilité extrême, à la condition de choisir des rameaux bien sains n'ayant subi aucune machure, l'atmosphère très chaude et très humide où se fait l'enracinement étant des plus favorables au développement de la pourriture.

Le bouturage en plein soleil peut donc rendre les meilleurs services dans les Jardins botaniques.

---

M. G. POIRAULT

Directeur de la Villa Thuret, à Antibes

## SUR DES ANOMALIES DES FLEURS DU THEODORA ANGUSTIFOLIA E. MEYER

*— Séance du 8 août —*

Les botanistes qui ont visité la Villa Thuret durant ces dernières années ont pu constater que la plupart des massifs d'arbres et d'arbustes du Jardin de cet établissement sont beaucoup trop serrés et que, en maints endroits, des espèces d'un intérêt très secondaire étouffent sous leur développement des plantes plus intéressantes. S'il ne m'a malheureusement pas été possible, avec les crédits très restreints dont nous disposons — 5.300 francs pour un Jardin de près de 5 hectares — de pratiquer dans tous les massifs les suppressions nécessaires, du moins ai-je cherché à dégager de mon mieux les plantes qui méritaient de l'être. Ces éclaircies et aussi la suppression de tailles intempestives et pratiquées sans mesure, ont été suivies de la floraison de certaines espèces. Pour l'une d'elles, soit dit en passant, il s'est produit ce fait un peu inattendu que le dégagement dont elle a été l'objet a provoqué sa floraison à contre-saison. Il s'agit d'un *Callistemon coccineus* qui, débarrassé en juin 1902 du fouillis de plantes qui l'étouffait, a fleuri en décembre et janvier 1903. Cette plante, à floraison estivale, a bien supporté les froids assez vifs du dernier hiver (— 4 degrés au minimum); les fleurs ne se sont pas flétries, ont noué comme elles l'eussent fait en juin, époque de la floraison normale, et il semble que les graines soient bien constituées. Mais je n'ai cité ce fait qu'à l'occasion d'un autre qui relève sans doute des mêmes causes externes et qui justifie le titre de cette note.

Il s'agit de la floraison de deux Theodora, sur la détermination

desquels je ne suis pas encore absolument fixé et qui, en dépit de certaines apparences tenant plutôt à des différences de station qu'à des différences essentielles, paraissent se rapporter tous deux au *Theodora angustifolia* E. Meyer. Les deux plantes ont fleuri en juin dernier, à quelques jours d'intervalle, le premier exemplaire, entièrement dégagé aujourd'hui, ayant comme de raison devancé de quelques jours le second encore très gêné par les plantes voisines. Tous deux ont présenté des fleurs anormales et, autant qu'il m'a semblé, aucune fleur qui fût bien constituée. Les anomalies de ces fleurs sont très inégalement marquées. Elles portent exclusivement sur l'androcée et le gynécée, les deux verticilles externes ayant les caractères normaux, et peuvent, en définitive, être résumées comme il suit :

Du côté de l'androcée : tendance d'une des étamines à se transformer en staminode. Elle se réalise très diversement suivant les fleurs. On trouve tous les passages entre l'étamine pétaloïde à sacs polliniques très réduits et l'étamine presque normale n'accusant cette tendance que par un léger élargissement du connectif ou le développement d'ailes sur le filet. Je n'ai jamais vu une fleur ayant toutes ses étamines normales.

Du côté du gynécée : tendance du carpelle à ne pas se fermer et à développer sur ses bords ouverts des sacs polliniques au lieu d'ovules ; augmentation du nombre des carpelles qui varie de 2 à 5. Les ovules n'arrivent jamais à leur constitution normale. L'orientation de ces ébauches carpellaires multiples prouve qu'elles ne résultent pas du dédoublement d'un carpelle primitivement unique mais qu'elles sont, dès l'origine, indépendantes. Un ou deux de ces carpelles prenant sur les autres une avance de développement, les choses se présentent comme si les carpelles surnuméraires s'étaient formés à l'intérieur des premiers.

On a signalé à différentes reprises, chez les Cæsalpiniées, la présence de deux carpelles. On sait que c'est le cas normal du *Cæsalpinia digyna* Rottl. et que le fait a été constaté accidentellement chez les *Gleditschia sinensis* et *triacanthos* et le *Dialium nitidum*. Mais, en dehors du *Gymnocladus canadensis*, où Wigand a trouvé des fleurs à cinq carpelles, l'anomalie que je viens de signaler a été rarement constatée. Cette observation montre, une fois de plus, que le gynécée des Légumineuses n'est pas primitivement monocarpellé et qu'il ne le devient que par suite de l'arrêt de développement de quatre des ébauches carpellaires primitives.

C'est en voulant étudier la plante pour la déterminer que j'ai

constaté ces anomalies. Il eût été intéressant de les suivre dans leur développement. Malheureusement les fleurs étaient déjà assez avancées quand j'ai constaté leur existence et les pluies exceptionnellement violentes et abondantes du mois de juin 1903 (*) ont amené la chute des boutons et des fleurs, ce qui ne me permet pas de décrire les choses avec tous ces détails. J'espère que les plantes en question refleuriront l'année prochaine et qu'il me sera possible de compléter ces renseignements.

---

## M. G. POIRAULT

Directeur de la Villa Thuret, à Antibes

### SUR L'HYDNOCYSTIS PILIGERA TUL.

*— Séance du 10 août —*

Le genre Hydnocystis a été créé par Tulasne, en 1844, pour un champignon trouvé par ce botaniste aux environs d'Hyères, l'*Hydnocystis piligera* qui, jusqu'ici, n'était connu que par les descriptions de son inventeur et qui n'était représenté dans les collections que par un minuscule échantillon de l'herbier Tulasne, conservé, comme on sait, au Muséum d'Histoire naturelle de Paris.

J'ai retrouvé cette année, au mois de janvier, cette plante au Jardin de la Villa Thuret et si, malheureusement, les premiers états m'ont échappé, il n'en est pas moins certain que c'est bien là la plante de Tulasne, ainsi qu'il ressort d'un examen comparatif fait sur ma demande au Muséum par MM. Hariot et Patouillard. Il est certain aussi que la description de Tulasne est inexacte et incomplète.

Cet auteur décrit et figure *(Fungi hypogæi*, p. 117, pl. XIII, fig. 2) des paraphyses linéaires libres. « Ce champignon, dit-il, est très remarquable par la dissociation des éléments de son hyménium, entre lesquels s'interpose une grande quantité d'air. » C'est évidem-

(*) D'après M. Charles Naudin (*Observations sur le climat et les productions du littoral de la Provence*, Rev. gén. Botanique, VI, 193-200), la ration mensuelle de pluie serait, pour juin, de 35mm23 avec 3 jours de pluie pour tout le mois. Nous avons eu en juin, cette année, 13 jours de pluie et, pour ce mois, une chute totale de 281mm 55. Une seule pluie nous a donné plus de 96mm d'eau.

ment cette particularité qui a causé l'erreur de Tulasne. Les paraphyses ne sont pas libres, mais soudées par paquets limitant des cavités ascogènes. Les asques diffluent d'assez bonne heure, laissant souvent les spores réunies par une substance qui résulte de la transformation de l'épiplasme. Je n'ai pu observer la formation des asques, les échantillons dont je disposais étant trop avancés en âge. Les spores mûres contiennent de nombreux noyaux (15-18) provenant de divisions caryocinétiques très probablement accompagnées de centrosome. Ces spores germent en donnant de 1 à 6 tubes germinatifs, généralement localisés dans un même hémisphère. Je suis arrivé à cultiver la plante sur des milieux artificiels où elle végète abondamment. Malheureusement jusqu'ici il ne m'a pas été possible de l'amener à fructifier.

Sur la foi des dessins et des descriptions de Tulasne, tous les auteurs qui ont parlé de l'*Hydnocystis piligera* en ont fait un Discomycète. La structure et la disposition de l'hyménium est incompatible avec cette manière de voir. L'*Hydnocystis piligera* est non pas un Discomycète mais une Tubéracée inférieure.

---


## M. A. PRUNET

Professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse


### LA ROUILLE DES CÉRÉALES DANS LA RÉGION TOULOUSAINE EN 1903

— *Séance du 8 août* —

On sait que le blé, le seigle, l'orge et l'avoine peuvent être attaqués par plusieurs espèces d'Urédinées appartenant au genre *Puccinia*. Le blé nourrit le *P. graminis* Pers., le *P. glumarum* (Schm.) Erik. et Henn., le *P. triticina* Erik. Le seigle nourrit le *P. graminis*, le *P. glumarum*, le *P. dispersa* Erik. Sur l'orge croissent le *P. graminis*, le *P. glumarum*, le *P. simplex* (Kike.) Erik. et Henn., et sur l'avoine, le *P. graminis* et le *P. coronifera* Kleb.

Dans la région toulousaine, considérée comme comprenant, outre le département de la Haute-Garonne, les départements du Tarn-et-Garonne, du Lot, du Tarn, de l'Aude, de l'Ariège et du Gers, ces

divers parasites se sont développés d'une façon très inégale sur leurs plantes nourricières pendant l'année 1903.

*P. graminis.* = Cette espèce ne s'est montrée que vers la fin de juin et n'a pris un certain développement que sur les blés tardifs. Quelques-uns de ces derniers ont été très attaqués. Elle ne s'est montrée sur l'avoine que par exception et n'y a jamais pris qu'un très faible développement. Je ne l'ai pas observée sur l'orge et je ne l'ai trouvée qu'une fois sur le seigle et encore en petite quantité.

*P. glumarum.* — Je n'ai observé cette espèce que d'une façon tout à fait exceptionnelle et seulement sur le blé, à partir de la fin de juin.

*P. triticina.* — La date d'apparition du *P. triticina* sur le blé a présenté de grandes variations : dans certains champs, il était déjà visible dans les premiers jours de décembre, dans d'autres, il n'a paru qu'en mars, avril ou mai. Il a pris graduellement une extension et une intensité fréquemment importantes.

*P. dispersa.* — N'a pris sur le seigle qu'un faible développement.

*P. simplex.* — N'a pris un certain développement que sur les orges tardives cultivées pour le grain.

*P. coronifera.* — Le *P. coronifera* s'est montré à peu près à la même époque que le *P. graminis* et comme ce dernier n'a présenté un développement d'une certaine importance que dans les champs ensemencés tardivement.

Le développement relatif des diverses espèces de *Puccinia* sur le blé, le seigle, l'orge, l'avoine a été par conséquent le suivant :

*Blé.* — Le blé a été fréquemment très attaqué par le *P. triticina*; il a été généralement peu attaqué par le *P. graminis*; il a été très peu attaqué par le *P. glumarum.*

*Seigle.* — Le seigle a été généralement peu attaqué par le *P. dispersa* et très rarement attaqué par le *P. graminis*. Je n'ai jamais trouvé, sur cette céréale, le *P. glumarum.*

*Orge.* — Je n'ai trouvé, sur l'orge, ni le *P. graminis*, ni le *P. glumarum* et le *P. simplex* n'y a habituellement présenté qu'un faible développement.

*Avoine.* — L'avoine a été généralement peu attaquée par le *P. coronifera* et très peu attaquée par le *P. graminis*..

En résumé, la seule espèce de *Puccinia* des céréales, qui ait pris en 1903 dans la région toulousaine, un assez grand développement et y ait présenté une intensité relativement considérable est le *P. triticina* sur le blé. Les *P. graminis, glumarum, dispersa, simplex* n'ont apparu que tardivement — de la deuxième quinzaine de juin à la première quinzaine de juillet — et n'ont présenté que d'une façon tout à fait exceptionnelle un certain caractère de gravité.

En 1902, javais déjà observé dans la région toulousaine une prédominance du *P. triticina* sur le blé, du *P. dispersa* sur le seigle, du *P. simplex* sur l'orge, du *P. coronifera* sur l'avoine. Toutefois, les *P. dispersa, simplex* et *coronifera* avaient paru plus tôt sur leurs plantes nourricières respectives et y avaient pris un plus grand développement. Le *P. graminis* et surtout le *P. glumarum* avaient beaucoup plus fréquemment accompagné sur le blé le *P. triticina* et y avaient pris un développement plus important.

---


# M. L. DANIEL

Professeur à la Faculté des Sciences de Rennes


## OBSERVATIONS SUR LA GREFFE DE QUELQUES COMPOSÉES

— *Séance du 8 août* —

Récemment, dans un mémoire sur les capacités fonctionnelles (*), j'ai montré l'influence du rapport $\frac{Cv}{Ca}$, qui existe entre les capacités fonctionnelles propres du sujet et du greffon, sur l'état biologique et la durée des plantes greffées.

J'ai indiqué que la valeur initiale de ce rapport a une répercussion considérable sur la réussite des greffes et j'ai essayé de déduire de la théorie des principes permettant de faire un choix rationnel des sujets et des greffons, d'après leur valeur propre comme appel, valeur qui est fonction d'une part de la situation de l'organe sur le

(*) L. Daniel, *La théorie des capacités fonctionnelles et ses conséquences en agriculture*, (Rennes, 1902, in-8°, 275 p., 91 fig. dans le texte et 20 pl.).

corps de la plante et de la façon dont la plante entière a été antérieurement alimentée

Cette année, je me suis attaché à étudier l'influence de la valeur initiale du rapport $\frac{Cv}{Ca}$ sur la réussite, dans une série de greffes de Composées Radiées.

J'ai réussi à greffer :

1° Sur boutures racinées d'*Anthemis frutescens*, les plantes suivantes : *Tanacetum vulgare, T. boreale*, *Ptarmica vulgaris*, *Galatella cerulæa*, *Stenactis speciosa*, *Inula squarrosa*, *Solidago Virgaurea*, *Ageratum conyzoïdes*, *Senecio erucifolius*, Cinéraire hybride, *Baccharis halimifolia, Eupatorium cannabinum;*

2° Sur boutures racinées d'*Ageratum conyzoïdes*, les Composées suivantes : *Galatella cerulæa, G. linifolia, Eupatorium cannabinum*, *Ptarmica vulgaris*, *Inula crithmoïdes*.

Ces greffes ont repris avec une facilité relative très différente et cette facilité n'a point été proportionnelle au degré de parenté botanique des plantes greffées, comme l'exigerait le principe d'Adanson, rigoureusement appliqué. Ce sont des exemples de plus qui viennent confirmer ce que j'ai indiqué dans une communication précédente (*). Ainsi, je n'ai pu obtenir la réussite complète de la greffe de divers *Helianthus* et du Dahlia sur l'*Anthemis frutescens*. La soudure s'effectue bien, le greffon pousse quelque peu, se rabougrit et n'arrive pas à fleurir. Pourtant, ces plantes sont plus voisines de l'*Anthemis* qu'un certain nombre d'autres qui ont réussi et figurent dans les listes ci-dessus.

Ce que je veux faire remarquer plus spécialement, c'est l'influence de l'âge et de la préparation des parties de plantes qui servent dans la greffe.

J'ai choisi comme sujets de jeunes boutures de cinq semaines bien vigoureuses et par conséquent encore peu lignifiées. De même, les greffons choisis étaient des rameaux jeunes à tissus parenchymateux bien vivants et prédominants. J'ai fait une première série de greffes le 4 avril.

Le 25 avril, j'ai refait la même série de greffes sur des boutures, qui, plus vieilles de trois semaines, s'étaient lignifiées et possédaient alors un système conducteur bien différent des premières. J'ai pris des greffons à l'état semi-herbacé comme dans le premier cas.

(*) L. Daniel, *Le principe de la parenté botanique en fait de greffage*. (C. R. de l'Association française, Congrès de Boulogne, 1899).

J'ai observé entre les deux séries, traitées par ailleurs de la même manière et dans des conditions essentiellement comparables, des différences très marquées comme réussite.

Le *Baccharis halimifolia* qui avait repris dans la première série avec des greffons semi-herbacés, mais non avec des greffons lignifiés, n'a pas repris du tout dans la deuxième série. D'une façon générale, toutes les greffes ont moins facilement réussi ; les greffons sont restés plus faibles. Cette difficulté plus grande de la reprise a naturellement plus nui aux greffes qui, dans des conditions plus favorables, se développent avec difficulté.

De ces expériences se dégage fort nettement un fait important, que j'ai mis en évidence déjà dans d'autres greffes : *l'éducation du sujet et celle du greffon* (*) *ont une importance capitale dans la réussite des greffes ;* c'est ce que l'on ne devra jamais perdre de vue dans la pratique.

L'on conçoit facilement ces différences dans la réussite quand on opère sur des sujets boutures d'âge différent. La conduction du sujet, qui est réglée par la formule $v = \frac{\pi D^2}{L} \times$ constante pour un même vaisseau, dépend aussi du nombre N des vaisseaux. Ce nombre N varie suivant l'âge du rameau bouture. Les conditions du rapport $\frac{Cv}{Ca}$, après reprise, ne peuvent être les mêmes avec un greffon identique et des sujets de capacité fonctionnelle différente. De là l'inégalité obligatoire dans la réussite.

D'autre part, plus la plante est riche en tissus jeunes, en parenchymes actifs, plus la soudure se fera facilement et plus elle sera parfaite comme conduction de la sève brute. A une interruption moins prononcée de la circulation doit correspondre tout naturellement un rapport $\frac{Cv}{Ca}$, dont la valeur est plus rapprochée de 1. Il va de soi que le développement relatif des appareils respectifs de l'association sera forcément meilleur. La théorie et la pratique sont donc entièrement d'accord.

(*) L. Daniel. *L'accoutumance dans le greffage (Lyon-Horticole, 1902)*, etc.

M. É. De WILDEMAN

Conservateur au Jardin botanique de Bruxelles (Belgique)

## A PROPOS DE POISONS D'ÉPREUVES DE L'AFRIQUE OCCIDENTALE

[615.97:67.2]

— *Séance du 10 août* —

Malgré la civilisation qui pénètre de plus en plus en Afrique tropicale, le féticheur possède encore une influence considérable sur le noir; c'est lui qui impose les épreuves du poison, si fréquentes dans l'Afrique centrale. Les poisons employés pour ces jugements des dieux sont malheureusement encore bien peu connus et le blanc est souvent impuissant à combattre leurs effets. Le Gouvernement de l'État Indépendant du Congo a eu à sévir maintes fois contre ces pratiques indigènes terribles et il a cherché à connaître de quels éléments étaient constitués ces poisons d'épreuves. Contrairement à ce que l'on a cru pendant longtemps, il n'y a pas, pour une région un peu étendue, une seule plante bien spéciale entrant dans la préparation du poison. Dans certains cas, la plante n'entre même pas du tout en ligne de compte et l'indigène se sert, pour préparer le poison d'épreuves, d'eau dans laquelle il a délayé de la pourriture, ce qui suffit fréquemment pour engendrer le tétanos; dans d'autres cas, une plante constitue l'élément principal du poison. L'année dernière, nous avons reçu du district des Cataractes (État Indépendant du Congo), par l'intermédiaire de la Direction de l'Agriculture, des fragments d'une plante, racines et branches feuillues, qui entrait dans la préparation d'un poison et qui portait le nom de n'Kasa. L'examen des matériaux incomplets nous permit de rapporter la plante au genre *Strychnos*.

Déjà en 1897, l'État Indépendant du Congo avait reçu du capitaine de la Kéthulle des fragments de racines d'une plante trouvée dans les environs d'Umangi et dont les indigènes extrayaient un poison. De la similitude de ces fragments avec les racines du n'Kasa on peut conclure que la plante toxique d'Umangi se rapporte fort probablement à un *Strychnos*. Depuis, nous avons appris par des rapports envoyés par les tribunaux du Congo au Gouvernement central que n'Kasa ne désigne pas, comme on le croyait, la plante d'où s'extrait le

poison d'épreuves, mais bien l'épreuve elle-même et ce nom de l'épreuve ne serait pas localisé dans le district des Cataractes seul, mais on le rencontrerait même dans le dialecte du peuple Bangala. De nouveaux matériaux reçus récemment ont confirmé notre première détermination et nous ont permis de rapporter la plante du n'Kasa au *Strychnos Dewevrei* décrit par M. le professeur E. Gilg de Berlin sur des matériaux peu complets récoltés au Congo par notre regretté confrère A. Dewèvre.

L'étude des végétaux du genre *Strychnos* présente, au sujet de leurs propriétés, des particularités intéressantes; tandis que certains d'entre eux sont plus ou moins vénéneux, d'autres fournissent au contraire des fruits comestibles estimés par le noir et même par le blanc. Les fruits d'espèces comestibles et toxiques sont, dans certains cas, si semblables qu'il faut une grande attention pour les distinguer les uns des autres et éviter des inconvénients parfois graves.

Il nous a paru utile d'attirer l'attention sur les espèces de ce genre, car nous pouvons actuellement compléter la description du *Strychnos Dewevrei*, dont nous avons des inflorescences et des fleurs.

L'examen chimique de l'écorce des racines et des tiges de cette espèce a prouvé qu'elle contenait de la strychnine. La manière dont l'indigène prépare ce poison est peu connue; d'après des indications vagues, ce serait en grattant l'écorce des racines et des tiges et en mélangeant la poudre obtenue à de l'eau qu'on obtiendrait le breuvage de l'épreuve.

Ce n'est pas la première fois qu'on signale en Afrique l'emploi de *Strychnos* par les féticheurs.

En 1879, Baillon avait déjà attiré l'attention sur une plante de ce genre rapportée du Gabon. Les matériaux très incomplets qu'il avait eus à sa disposition avaient été récoltés en 1854 par MM. Franquet et Aubry-Lecomte. Baillon citait pour cette plante les noms indigènes : Icaja, Acaja, n'Caja, Encaja, Caja et également m'Boundou. Il faut faire remarquer ici la ressemblance des dénominations appliquées à la plante du Gabon : Icaja, etc., avec le nom de n'Kasa et, d'autre part, que le seul nom indigène relaté par Dewèvre, dans ses notes manuscrites, est «Boundou». D'après Baillon, les noirs enlèvent par grattage une partie de l'écorce, qu'ils font infuser dans de l'eau; l'ingestion d'une petite quantité de ce liquide donne l'ivresse, une plus forte dose amène sûrement la mort. On apprit plus tard seulement que cet Icaja était un poison d'épreuves très usité au Gabon. Des expériences entreprises par MM. Pecholier et Saint-Pierre,

Rabuteau et Peyri, démontrèrent que l'Icaja boundou était un tétanisant énergique. Baillon faisait aussi remarquer que le *Strychnos Icaja*, dont il créa le nom en 1872, était très semblable à un *Strychnos* américain, le *Strychnos Jobertiana*, mais que, chose à noter, tandis que le *Strychnos* américain était un curarisant, le *Strychnos* africain était un tétanisant.

Les analyses chimiques qui ont été faites sur le *Strychnos Icaja*, semblent prouver que dans cette plante la strychnine n'est pas accompagnée de brucine, ce qui est généralement le cas dans les *Strychnos* à strychnine (*).

En même temps que Baillon signalait le *Strychnos Icaja*, il décrivait un *Strychnos densiflora* provenant du Fouta Djallon, où il avait été récolté par Heudelot; mais il ajoutait à propos de cette dernière espèce : « Nous ne pourrions affirmer qu'il ne constituera qu'une simple forme ou variété du *S. Icaja*, quand les organes de floraison de ce dernier seront connus ».

Il ne peut y avoir la moindre confusion entre les *Strychnos Icaja* et *Deweorei*, d'une part, et le *Strychnos densiflora*, d'autre part, lorsqu'on peut en étudier les fleurs. En effet, chez le *S. densiflora*, comme son nom l'indique, les inflorescences sont courtes et sessiles, forment presque des verticilles à l'aisselle des feuilles, tandis que, chez le *S. Deweorei*, ces inflorescences sont allongées, plus ou moins longuement pédonculées; en outre, les fleurs mesurent 1 cm. environ de long chez le *S. densiflora* et possèdent 5 pétales, tandis que, chez le *S. Deweorei* elles mesurent à peine 2 mm. de long et n'ont que 4 lobes à la corolle.

Grâce à l'amabilité de M. J. Poisson, du Muséum d'Histoire naturelle de Paris, nous avons pu examiner les feuilles des *S. Icaja* et *densiflora* et, contrairement à ce qu'en a dit Baillon et ce que reprend M. Baker, nous ne pouvons trouver de ressemblance entre ces deux espèces. M. Baker, dans la « Flora of tropical Africa » croit, en effet, pouvoir affirmer que le *S. Icaja* ne diffère matériellement ni par l'habitus, ni par les feuilles, du *S. densiflora*. Le spécimen sur lequel il base son dire avait été reçu à la Société de Pharmacie de Londres en 1865; nous ne savons s'il avait la même origine que le type de Baillon. La structure des feuilles de ces deux *Strychnos*, échantillons types, est cependant bien différente; Baillon lui-même avait déjà

(*) Pour de plus amples renseignements sur la composition chimique de cette plante, voyez : H. BAILLON, *Traité de botanique médicale*, p. 1216; DE LANESSAN, *Plantes utiles des colonies françaises*, p. 831; HECKEL et SCHLAGDENHAUFFEN, *Journal de Pharmacie et de Chimie*, 1882, p. 32; GAUTRET et LAUTIER, *Journal de Pharmacie et de Chimie*, 1896, p. 9; PARKE et HOLMS, *Pharmaceutical Journal*, 1891, p. 917.

cité ces différences sans les préciser suffisamment, il est vrai; il dit en effet : « Les feuilles (*S. densiflora*) sont, quant à la consistance, à la nervation, à la forme générale, semblables à celles du *S. Icaja*, un peu moins allongées seulement et un peu moins longuement acuminées ».

Si l'on examine avec soin les deux feuilles, on voit que, dans le *S. densiflora*, des cinq nervures caractéristiques les deux externes sont moins rapprochées du bord chez le *S. densiflora* que chez le *S. Icaja*, où l'arcature des nervures est moins marquée; en outre, les deux nervures internes naissent à une certaine distance de la base de la feuille chez le *S. densiflora* et à la base même chez le *S. Icaja*; ces nervures se continuent droites jusque dans l'acumen de la feuille chez le *S. Icaja*, tandis que chez le *S. densiflora* elles présentent vers le sommet trois ou quatre arcs très nets; en outre, l'acumen terminal est beaucoup plus grêle et plus long chez le *S. Icaja* que chez le *S. densiflora*; chez ce dernier, il mesure de 12-15 mm. de long et 5-6 mm. de large à la base; chez le *S. Icaja*, il mesure déjà dans les plus petites feuilles 20 mm. de long et 3-4 mm. seulement de large à la base.

Si l'on se basait sur le nom indigène et sur les propriétés, le *S. Dewevrei* Gilg devrait disparaître pour faire place au *S. Icaja*, dont la priorité ne serait pas discutable et qui appartient dans le genre à un tout autre groupe que le *S. densiflora*, que Baillon considérait jusqu'à un certain point comme une simple forme.

Mais l'examen des feuilles du *S. Icaja*, dont nous venons de donner les caractères, fait voir que cette espèce ne paraît pas devoir être rangée dans la synonymie du *S. Dewevrei*; dans cette dernière espèce les nervures latérales naissent à une certaine distance de la base du limbe; dans le *S. Icaja* elles partent de la base.

Nous possédons cependant en herbier une plante récoltée à Kisantu par J. Gillet, que nous avons rapportée au *S. Dewevrei* et qui partage les caractères du *S. Dewevrei* et ceux du *S. Icaja*, les nervures étant légèrement suprabasilaires.

On ne pourra donc certifier les différences que lorsqu'on aura pu étudier ces plantes en fleurs et en fruits.

Le *S. Icaja* a peut-être beaucoup d'analogie avec le *S. kipapa* Gilg; chez cette espèce, en effet, comme le montre la figure publiée par M. Gilg (*), les nervures latérales partent également de la base du limbe; nous ferons cependant remarquer que ces nervures laté-

(*) Ueber giftige und unschädliche *Strychnos* Arten in Ber. d. Deutschen Pharmaceut. Gesell. 1900, pl. II, fig. A.

rales sont plus parallèles au bord de la feuille dans le type de Baillon que dans le type décrit par M. Gilg, c'est-à-dire que, d'après le dessin publié par M. Gilg, les nervures latérales se trouvent environ au tiers du limbe, dans le *S. Icaja* vers le quart. M. Gilg cite pour le *S. Kipapa* des feuilles de 24-28 cm. de long et 8-10 cm. de large; d'après les échantillons du Muséum, les feuilles du *S. Icaja* mesurent de 12-24 cm. de long et 4,5-12 cm. de large. Les affinités des *S. Kipapa* et *Icaja* sont donc très grandes et ce ne sera guère que par les caractères floraux qu'on pourra décider si ces deux noms ne s'appliquent pas à une seule et même plante.

Depuis la publication de la note de Baillon, relative à la toxicité du *S. Icaja*, on a signalé d'autres *Strychnos* vénéneux et, parmi ceux-ci, le *S. Kipapa*, dont nous avons déjà cité le nom et qui a été découvert par Pogge dans les environs de Mukenge (État Indépendant du Congo). D'après les notes manuscrites, jointes aux échantillons de cette plante, c'est à l'aide de l'écorce rouge des racines que l'indigène prépare le poison « Kipapa ». L'écorce est introduite dans une calebasse où l'on a placé au préalable des brins de paille; on ajoute de l'eau, on recouvre le mélange. Le liquide séparé a une teinte rougeâtre; pris à l'intérieur il occasionne des vomissements ou la mort précédée de très fortes convulsions.

Parmi les *Strychnos* vénéneux, M. Gilg cite encore le *S. Dekindtiana*, dédié à un missionnaire de l'Angola. Cette espèce paraît très voisine du *S. cocculoides* Baker; mais, tandis que ce dernier n'est pas vénéneux, le *S. Dekindtiana*, dont les fruits ressemblent fortement à ceux de l'autre espèce, peut occasionner des accidents très graves. L'ingestion d'un demi-fruit de ce *Strychnos* vénéneux suffit pour occasionner la mort. D'après les renseignements communiqués de Huilla (Angola) par M. Dekindt, il existait en 1898, au dire des indigènes, dans les environs de cette localité trois pieds seulement de cette espèce et deux de ceux-ci auraient même été détruits; le troisième, qui a été vu par le missionnaire portugais, atteignait 6 mètres de haut et un diamètre de 20 cm. Les gazelles qui broutent les jeunes feuilles de cet arbre meurent presque instantanément, ce qui n'empêche pas les indigènes de se nourrir de leur chair.

Parmi les espèces vénéneuses, il faut encore citer le *S. pungens*, bien que certains auteurs prétendent que les fruits de cette espèce sont comestibles et n'occasionnent aucun dérangement s'ils ne sont pas consommés en trop grande quantité, auquel cas ils pourraient provoquer des diarrhées.

Le *S. omphalocarpa* Gilg est également réputé vénéneux; il est originaire de l'Est africain allemand (West Useguha); ses graines sont très amères et la pulpe jaune qui les entoure est également d'une grande amertume.

Parmi les espèces comestibles appartenant au genre *Strychnos*, on signale pour l'Afrique tropicale : *S. unguacha* A. Rich. (= *S. innocua* Del.); *S. Quaqua* Gilg; *S. Cerasifera* Gilg; *S. tonga* Gilg; *S. spinosa* Lam.; *S. Behrensiana* Gilg et Busse; *S. cocculoides* Baker de l'Angola; plusieurs de ces espèces sont même très estimées par le noir, qui les réserve comme arbres fruitiers.

Le nombre des espèces du genre *Strychnos*, trouvées dans l'État Indépendant du Congo et dans le Galm est encore relativement très réduit; sur plus de 80 espèces signalées en Afrique tropicale, les suivantes seules sont reconnues dans ces régions :

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Strychnos* | *malacoclados* Wright | (Galm) | |
| — | *Icaja* Baill. | ( — ) | (toxique) |
| — | *Marquesii* Baker | ( — ) | |
| — | *congolana* Gilg | (État Indép. du Congo) | |
| — | *Kipapa* Gilg | ( — — ) | (toxique) |
| — | *Deweorei* Gilg | ( — — ) | ( — ) |
| — | *Schweinfurthii* Gilg | ( — — ) | |
| — | *floribunda* Gilg | ( — — ) | |
| — | *longicaudata* | ( — — ) | |
| — | *densiflora* Baill. | ( — — ) | |
| — | *pungens* Solered. | ( — — ) | (toxique) |
| — | *Gilletii* De Wild. | ( — — ) | |
| — | *suberosa* De Wild. | ( — — ) | |
| — | *varialibis* De Wild. | ( — — ) | |
| — | *gracillima* var. *paucispniosa* De Wild. | ( — — ) | |
| — | *Unguacha* var. *obovata* De Wild. | ( — — ) | |

Cette dernière est en usage dans la médecine indigène; la décoction de ses racines est employée au Katanga pour guérir les maux d'yeux des enfants. De nouvelles recherches amèneront sûrement, en Europe, les éléments nécessaires pour compléter nos connaissances relatives à la toxicité ou à la comestibilité de ces plantes et feront sans aucun doute découvrir bien des nouveautés.

Comme suite à ces quelques notes, nous décrirons trois *Strychnos*

nouveaux du Congo et donnerons du *Strychnos Dewevrei* une description plus complète que celle publiée par M. Gilg. Nous ne possédons malheureusement, sur ces trois espèces nouvelles, aucune indication quant à leurs usages indigènes.

Avant de donner les diagnoses des trois *Strychnos*, nous attirerons l'attention sur la valeur des caractères différentiels employés par M. Baker dans la Flore d'Afrique tropicale de M. This-Dyer. Le monographe anglais se base sur les caractères suivants pour classer en quatre groupes les espèces africaines de ce genre :

Plantes buissonnantes grimpantes, munies de vrilles sans épines;

Plantes buissonnantes dressées à feuilles aiguës, sans épines ni vrilles ;

Plantes buissonnantes dressées à feuilles obtuses ou obscurément cuspidées, sans vrilles ni épines;

Plantes buissonnantes dressées, épineuses, sans vrilles.

Malheureusement ces caractères ne peuvent, dans bien des cas, servir pour différencier des plantes, telles par exemple le *S. Dewevrei* formant des buissons qui paraissent parfois privés de vrilles, celles-ci ne se développant que sur les extrémités des rameaux. Quant à la présence et à l'absence d'épines, ce caractère, à première vue si tranché, pourrait induire en erreur ; nous avons observé dans une même espèce des rameaux munis et des rameaux privés d'épines.

A divers points de vue, l'étude de ce genre paraît donc digne d'être reprise.

**Strychnos Dewevrei** *Gilg* in *Engl.* Bot. Iahrb. XXVIII (1899) p. 119; *Baker* in *This-Dyer* Fl. trop. Afr. III, p. 521.

Plante glabre, dressée ou sarmenteuse, pouvant devenir une forte liane et atteindre 20 à 25 m. de long, à racine pivotante, à écorce rougeâtre, à tronc mesurant jusqu'à 15 cm. de diamètre, à bois léger, grisâtre, à saveur amère, à écorce d'un gris brûnâtre, verruqueuse, à couche interne rouge. Cirres ligneuses. Feuilles glabres à pétiole de 8-12 millim. de long, à lame ovale ou oblongue, arrondie ou cunéiforme à la base, acuminée au sommet, de 6-15 centimètres de long, acumen compris, celui-ci aigu, atteignant 2 centimètres de long; limbe de 3-7 cm. de large, membraneux, ou subcoriace, plus brillant et plus foncé au-dessus qu'en dessous, à cinq nervures basilaires, dont les deux externes très fines courent parallèlement aux bords; les deux internes naissent à 3-8 millim. de la base du limbe; dans les feuilles des rameaux principaux, elles sont opposées; dans celles des rameaux supérieurs latéraux elles sont alternes, se rapprochant plus du bord vers le sommet de la feuille que vers la base, distantes vers le milieu de 5 à 14 millim. de la nervure médiane, plus proéminentes en dessous qu'au dessus, à nervation secondaire très visible sur les deux faces. Inflorescences glabres, en cimes axillaires, opposées, soli-

taires ou au nombre de 2 à 5, rameuses, de 2,5-5 centim. de long, pédoncule compris, plus ou moins longuement pédonculées, à pédoncule aplati, munies au niveau des ramifications de bractées ovales-aiguës, presque connées à la base, diminuant de grandeur de la base de la cime au sommet, les inférieures mesurant 2,5 millim. environ de long. Fleurs courtement pédicellées, à pédicelle glabre, de 0,5 millim. de long. Calice à quatre lobes étalés pendant l'anthèse, de 0,5 millim. environ de long. Corolle caduque, de 2-2,5 millim. de long, à quatre lobes soudés vers la base, elliptiques, aigus, glabres sur les deux faces. Ovaire subglobuleux, surmonté d'un style environ aussi long que lui et terminé par un stigmate aplati plus ou moins lobé ; ovaire et style mesurant ensemble 1 millim. environ de long, entourés par les sépales qui se redressent après l'anthèse.

**Lukolela** (Alf. Dewèvre, 7 avril 1896). Kwamouth, 1902.

Obs. — M. Gilg, en décrivant cette espèce que nous lui avions communiquée, n'en possédant pas de fleurs, la compare au *S. Kipapa* Gilg décrit en même temps et provenant également du Congo. Dans le travail inséré dans les « Berichte der deutschen pharmaceutische Gesellschaft X », M. Gilg a publié, pl. II, fig. A, le dessin d'une feuille de ce *S. Kipapa*, qui permet de fixer la différenciation du *S. Dewevrei;* en effet, chez le *S. Kipapa*, les nervures sont toutes basilaires, partant du sommet du pétiole ; chez le *S. Dewevrei*, il y a entre les deux nervures de bordure et les nervures plus centrales une distance qui peut atteindre 10 millim. environ ; il y a aussi une certaine différence dans la grandeur des feuilles, mais ce caractère n'est que de valeur secondaire, au point de vue morphologique, les deux feuilles se ressemblent fortement.

**Strychnos Gilletii** De Wild. nov. sp. — Arbuste de la brousse, à rameaux épaissis et aplatis aux nœuds, d'un brun jaunâtre à l'état sec, courtement pubescents, devenant plus ou moins glabres et à couche subérifiée épaisse, épines axillaires, grêles, plus ou moins recourbées, n'apparaissant que sur les ramifications stériles grêles, de 6-10 millim. de long. Feuilles oblongues ou obovales, rétrécies à la base en un pétiole plus ou moins allongé et atteignant 2 centim. de long ; limbe obtusément cunéiforme et apiculé au sommet ou profondément émarginé, coriace, de 4-7 centim. de long et 2-4,5 centim. de large, brillant sur la face supérieure, mat sur la face inférieure, à cinq nervures principales, parfois sept, les deux inférieures formant une nervure peu visible assez près de la bordure ; les suivantes se perdent vers le milieu de la feuille et s'anastomosent en arc, les plus internes opposées ou alternes, arquées vers le sommet et anastomosées avec les nervures secondaires peu visibles et en creux comme les nervures principales, sur la face supérieure, un peu plus proéminentes sur la face inférieure. Pétiole et nervures velus surtout vers la base à la face inférieure, à poils épars sur la face supérieure. Inflorescences en cimes lâches, de 15 centim. environ de long, terminant les rameaux principaux ou latéraux, plus ou moins longuement pédonculés, à pédoncule de 15 millim. de long, courtement velu. Fleurs en cimes, à pédicelle grêle, velu, de 1,5-3 millim. de long, muni à la base ou vers le milieu de bractées linéaires, de 3 millim. environ de long ; sépales allongés-linéaires, de 5 millim. environ de long, velus-ciliés, aigus ; corolle de

3-5 millim. environ de long dans le bouton, rapidement caduque, velue extérieurement; ovaire velu à style court. Fruit assez gros de 5 centim. environ de diamètre.

Kisantu (J. Gillet, 1899, n. 134 et 1900, n. 880).

Obs. — Cette espèce a une certaine analogie avec le *S. Cawalhoi* Gilg. in *Engl.* Bot. Jahrb. XXVIII (1899), p. 123, et par suite avec le *S. spinosa* Lam.; mais, si l'on compare la description publiée par M. Gilg (*loc. cit.*) avec celle que nous venons de donner et si on met en présence des échantillons de *S. Carvalhoi* de Delagoa-Bay (Junod, n° 103), authentiqués par M. Gilg, et notre plante, on remarquera de notables différences. Les feuilles du *S. Gilletii* sont plus grandes, plus coriaces, très brillantes sur la face supérieure et très nettement discolores; en outre, toutes les parties de l'inflorescence sont plus velues que dans le type décrit par M. Gilg. Peut-être le *S. Gilletii* constitue-t-il une forme occidentale du *S. Cawalhoi*, trouvé seulement jusqu'à ce jour dans la région du Mozambique. M. Baker se base dans le *Flora of tropical Africa*, IV, p. 518-520, sur la présence d'épines et de vrilles pour classer en plusieurs groupes les espèces de *Strychnos* africains; nous nous permettons d'attirer l'attention sur le peu de constance de ces caractères, qui pourraient induire en erreur. Un même *Strychnos* peut se développer sous forme de liane ou rester buissonnant et présenter ou ne pas présenter de cirres; de même une espèce peut présenter parfois quelques épines seulement et cela encore sur les parties stériles. Si notre collecteur, M. J. Gillet, n'avait pas, en nous envoyant ces échantillons, attiré tout spécialement notre attention par le numéro appliqué à deux parties de la plante, nous aurions pu être amené à placer dans deux groupes différents nos échantillons, l'un ne présentant pas trace d'épines, quoique bien adulte et fleuri, l'autre non fleuri, muni de quelques épines axillaires. Dans le n° 880 il n'y a également pas trace d'épines. Quant à la forme des feuilles, elle ne peut également servir à classer les espèces de ce genre, car, comme nous avons pu l'observer dans la plante que nous décrivons, sur le même rameau on trouve des feuilles largement cunéiformes au sommet, d'autres profondément émarginées. Toutes les feuilles de certains de nos échantillons sont émarginées au sommet; or, d'après M. Baker, ce caractère n'existerait que chez le *S. emarginata* Baker (Djur Ghattas, Prof. Schweinfurth, n° 1396). Il n'est pas possible pour le moment de passer en revue les caractères importants de ce genre, mais nous croyons qu'il y aurait avantage à se baser sur la forme et la longueur des lobes du calice, pour différencier les groupes, et d'abandonner les épines et la forme des feuilles comme caractères de second ordre.

**Strychnos suberosa** *De Wild.* nov. sp. — Arbre ou arbuste, à rameaux épaissis et aplatis aux nœuds, d'un brun foncé, plus ou moins luisants à l'état sec, courtement mais densément pubescents, devenant plus ou moins glabres et à couche subérifiée très épaisse, crevassée longitudinalement, à épines axillaires grêles, plus ou moins recourbées, n'existant pas sur les rameaux florifères, de 7-8 millimètres de long. Feuilles largement ovales ou ovales-oblongues, arrondies ou cunéiformes à la base, à pétiole plus ou moins long, atteignant environ 1 cent. de long, velu; à limbe aigu ou

subobtus au sommet, subcoriace, de 5-7 cent. de long et 3,5-5 cent. de large, mat ou devenant légèrement brillant sur la face supérieure, mat sur la face inférieure, velu sur les deux faces à l'état jeune, devenant glabre supérieurement, à 7 nervures principales bien marquées, les deux inférieures restant jusque vers le milieu à une certaine distance de la marge, les suivantes naissant au sommet du pétiole ou à une certaine distance, les plus internes alternes ou opposées anastomosées en arc vers le sommet avec les nervures principales et les latérales; nervures secondaires peu visibles, et en creux comme les principales sur la face supérieure, un peu plus fortement proéminentes sur la face inférieure. Pétiole et nervures velus, surtout vers la base. Inflorescences en cimes compactes, denses, atteignant 3,5 centim. de long et 5 centim. de diamètre, terminant les rameaux principaux et latéraux, plus au moins longuement pédonculées, à pédoncule atteignant 3 centim. de long, velu. Fleurs en cimes, à pédicelle de 1,5-2 millim. de long, velu, muni à la base ou vers le milieu de bractées linéaires, de 1,5 millim. de long, ciliées; sépales lancéolés velus et ciliés, de 2-2,5 millim. de long, aigus; corolle de 3,5 millim. de long, à lobes triangulaires, à tube plus long que les lobes, courtement velue extérieurement, glabre intérieurement, sauf à la gorge, où se trouve un anneau dense de poils blanchâtres; ovaire velu à style court ne dépassant pas le tube de la corolle.

Lemfu, 1902 (R. P. Butaye, coll. J. Gillet, n° 2261); Kisantu, 1900 (J. Gillet, s. n.)

Obs. — Comme on peut le voir par la comparaison des descriptions, le *S. Gilletii* et le *S. suberosa* sont deux espèces très voisines. A première vue, la villosité assez constante des deux faces de la feuille et les inflorescences très denses paraissent suffire pour caractériser cette espèce: mais, quand on examine plusieurs échantillons, on trouve que les feuilles deviennent glabres avec l'âge et, sans devenir aussi luisantes que celles de l'espèce précédente, présentent avec elles cependant beaucoup d'analogie: elles sont cependant toujours plus courtement pétiolées et jamais aussi longuement cunéiformes à la base que celles du *S. Gilletii*. Le vrai caractère différentiel réside dans la grandeur des lobes calicinaux, plus courts que ceux du *S. Gilletii* et plus longs que ceux du *S. spinosa* Lam., ce dernier se différenciant facilement déjà rien que par la glabréité de ses feuilles.

**Strychnos variabilis** *De Wild.* nov. sp. — Arbre de taille moyenne, à rameaux velus, à poils brunâtres appliqués et à soies longues étalées, privés de cirres. Feuilles ovales-oblongues ou oblongues-lancéolées, parfois largement ovales, très courtement pétiolées, à pétiole de 2-3 millim. de long. à poils brunâtres étalés, à limbe mince et mat sur les deux faces à l'état jeune, devenant épais et coriace à l'état adulte, plus foncé et plus brillant au-dessus qu'en dessous, glabre sur les deux faces, mais cilié sur les bords et sur les nervures, à poils brunâtres très apprimés, arrondi ou subcordé à la base, aigu subapiculé au sommet, ou arrondi et même émarginé par suite d'avortement, de 4-8 centim. de long et de 2-4 centim. de large, à cinq nervures basilaires ou subbasilaires, les deux externes faibles, basilaires, anastomosées très rapidement en arc avec

les nervures secondaires formant une bordure interne à une certaine distance du bord; les nervures plus internes plus fortement proéminentes sur les deux faces naissant à la base du limbe ou se séparant de la nervure médiane un peu au-dessus de la base, opposées ou alternes, parfois à cinq millim. du sommet du pétiole, se prolongeant jusque vers le milieu, à partir duquel elles s'anastomosent avec les nervures pennées latérales et forment des arches anastomosées avec les nervures secondaires. Inflorescences terminales, terminant les rameaux principaux et latéraux, parfois raccourcies, assez denses, atteignant 3,5 centim. environ de diamètre, courtement pédonculées ou sessiles; fleurs courtement pédicellées, à pédicelle accrescent après l'anthèse et muni de bractées linéaires, ciliées-velues, de 3-5 millim. de long. Calice à lobes linéaires, de 4-5 millim. de long, ciliés longuement sur les bords; corolle de 5 millim. environ de long, à tube de 2,5 millim., glabre extérieurement, à lobes ciliés, triangulaires aigus, densément velus sur la face interne et à la gorge; ovaire ovoïde, surmonté d'un style de quatre millim. de long, assez longtemps persistant et dont la base reste sur le fruit mûr sous forme d'un acumen; fruit ovoïde ou subglobuleux de 2-2,5 centim. de long et de 18-20 millim. de large, brunâtre, plus ou moins luisant, généralement à une graine.

Kisantu, 1900 (J. Gillet, n° 808); Kimuenza, mars 1901 (J. Gillet, n° 2.081) et octobre-novembre 1900 (J. Gillet, n° 1.726). Environs de Léopoldville, août 1902 (J. Gillet, s. n.).

Obs. — Par son port dressé, l'absence de vrilles et d'épines, la forme de ses feuilles et la disposition de ses fleurs qui terminent des rameaux, le *S. variabilis* paraît devoir se rapprocher du *S. cerasifera* Gilg, dont on ne connaît pas les fleurs ; la plupart des autres espèces rangées par M. Baker (in *This.-Dyer* Fl. trop. Afr. IV, p. 518-519) dans le même groupe sont à fleurs axillaires ou diffèrent par des caractères foliaires, tels que la nervation et la base cunéiforme. Un des caractères saillants de notre plante est la base des feuilles; on peut y ajouter la villosité des branches. Nous attirerons aussi l'attention sur la variabilité des feuilles; celles-ci, normalement oblongues-aiguës, sont fréquemment suborbiculaires, obtuses ou émarginées et peuvent se présenter sous toutes les formes intermédiaires. La texture varie également suivant l'âge; à l'état jeune, lors de la floraison les feuilles sont peu épaisses, presque translucides; avec l'âge elles deviennent coriaces, épaisses, très luisantes.

M. C. BRUYANT

Professeur suppléant à l'École de Médecine et de Pharmacie de Clermont
Sous-Directeur de la Station limnologique de Besse

## LIMITE INFÉRIEURE DE LA VÉGÉTATION MACROPHYTIQUE AU LAC PAVIN

[581.91 (44.59)]

— *Séance du 10 août* —

Dans ses « Recherches sur la végétation des Lacs du Jura », M. le professeur Magnin a déterminé, d'une façon précise, le mode de distribution des végétaux dans les lacs de cette région. Les zones s'échelonnent régulièrement sur la grève, la beine, le mont et le talus du lac, jusqu'à une profondeur maximale de 12 à 13 mètres, au delà de laquelle on ne rencontre plus de végétation macrophytique.

Les recherches que nous poursuivons au lac Pavin nous ont montré que cette stratification y existe d'une façon très nette avec des associations végétales particulières. En outre, la limite inférieure de la zone littorale occupée par la végétation macrophytique y est considérablement abaissée.

La rive du lac présente une inclinaison considérable : par suite, la beine est très étroite, bien que nettement caractérisée. Les végétaux ne trouvent donc qu'un espace restreint pour se développer; le nombre des espèces est réduit, mais, si la flore est pauvre, le tapis végétal n'en est pas moins fourni.

Les plantes de la première zone (Phragmitaie) sont très disséminées ; elles appartiennent aux espèces suivantes : *Phalaris arundinacea, Equisetum limosum, Equisetum palustre.*

La zone des Myriophylles s'étend à partir du bord jusqu'à la profondeur maximale de 4 mètres. Au *M. spicatum* se joignent çà et là *Ranunculus aquatilis, Callithriche hamulata, Potamogeton natans, — P. Lucens Polygonum amphibium.*

La Potamogetonaie est très nettement caractérisée. Elle forme une ceinture presque continue entre les courbes isobathes de 4 m. et de 7 m., empiétant parfois sur les zones voisines (minimum 2 m., maximum 8 m.). Elle est exclusivement occupée par le *Potamogeton prælongus*. M. Magnin a signalé le premier l'existence de cette

forme, que nous croyions nouvelle pour notre région, dans les lacs du Jura oriental et central : Val Dessous (518 m.), Saint-Point (849 m.), Taillières (1037 m.), Bellefontaine (1088 m.), Le Boulus (1152 m.), et aussi dans les lacs d'Auvergne, d'après des échantillons indéterminés recueillis par M. Lamotte en 1862 et 1863 et conservés au Muséum de Paris (*Bull. Soc. Bot. de France*, XLIII, 1896, p. 442 et *Bull. de l'Herbier Boissier*, 1897, n° 6, p. 412). Le P. prælongus avait été signalé autrefois dans la rivière de l'Orne par de Brebisson. Il ne paraît pas y avoir été retrouvé depuis, et Grenier et Godron, dans leur *Flore* hésitaient à le considérer comme une espèce française. On ne l'a jamais cité des lacs Pyrénéens (Prof. J. Lamic, *Bull. Soc. Hist. nat. de Toulouse, 1903).*

Enfin, la zone des Chara succède à la précédente jusqu'à la profondeur de *17 mètres.* Les sondages effectués au lac Chauvet indiquent la même limite inférieure.

D'autre part, Héribaud a indiqué l'existence, dans la zone de la grève, de quelques mousses intéressantes, parmi lesquelles *Amblystegium irriguum*, var. *heterophylla,* découverte par Thériot en septembre 1893, *Fontinalis squamosa, F. antipyretica et F. arvernica.* Cette dernière, décrite par Renaud en 1886, a été trouvée également à Lugano et à Pola (Istrie), ainsi que Cardot l'a constaté dans l'herbier de Bottini. *Fontinalis arvernica* est une forme très voisine de *F. antipyretica*, dont elle semble une race adaptée à la vie lacustre et même à la vie profonde. Ces fontinales atteignent au moins au Pavin une profondeur de *25 mètres*, à laquelle elles sont encore abondantes dans quelques points du Lac.

La limite inférieure de la végétation macrophytique dans les lacs est, en réalité, fort variable suivant les conditions offertes par ces divers milieux. Dans le Léman, les grandes phanérogames s'arrêtent à 5 ou 6 mètres, les Chara à 10 mètres, les Nitella à 20 ou 25 mètres (Forel). Dans le lac de Constance, les phanérogames descendent jusqu'à 6 mètres, les Characées jusqu'à 30 mètres (Schröter et Kirchner). Dans le Wurmsee, la limite de la zone des Nitella est par 12 mètres (Brand) et il y existe à cette profondeur une variété spéciale de F. antipyretica. Kleebahn a dragué F. antipyretica jusqu'à 8 mètres de profondeur dans le lac de Schluen (Holstein), tandis que Forel ne l'a trouvée au Léman que dans une seule station, à Saint-Prex, par une profondeur de deux mètres au plus.

En revanche, le Léman a offert le cas « encore isolé et non expliqué » d'une mousse végétant par 60 mètres de fond. Il s'agit du *Thamnium Lemani*, décrit par Schnetzler comme une variété de

*Th. alopecurum* et considéré par J. Amann comme une espèce distincte. Cette mousse se rencontre sur les pierres de la moraine submergée d'Yvoire; on l'observe à tous les états de développement et les échantillons paraissent en parfait état, « brillamment chlorophyllés » (Forel).

Pour en revenir aux lacs français, les faits précédents démontrent que dans les lacs d'Auvergne, ou du moins dans certains d'entre eux, la végétation s'étend sur une profondeur bien plus considérable que dans les lacs du Jura. L'abaissement de la limite de la végétation dans les premiers est en rapport avec la plus grande transparence de l'eau. Les chiffres fournis par diverses observations faites à l'aide du disque de Secchi viennent à l'appui de cette assertion. Mais, comme nous l'a fait observer M. le professeur Magnin, les conditions de température doivent également intervenir : de nouvelles observations seront nécessaires pour établir la part qui revient à chacun de ces facteurs.

---

## M. JOUBIN

Professeur au Muséum d'Histoire naturelle, à Paris

### FAUNE ENTOMOLOGIQUE ARMORICAINE [591.9(44)]

— *Séance du 5 août* —

La publication d'une *Faune entomologique armoricaine* était depuis longtemps réclamée par les Naturalistes bretons. Jusqu'ici, en effet, la Bretagne était très peu connue au point de vue entomologique, malgré le talent des naturalistes qui l'ont explorée ; Griffith a suffisamment énuméré, dans la préface de son *Catalogue raisonné des Coléoptères de Bretagne*, les raisons qui lui faisaient déjà vivement désirer, il y a trente ans, l'établissement de cette Faune.

La Faune armoricaine comprendra tous les groupes et toutes les familles d'Insectes; elle ne se bornera pas à faire connaître les caractères morphologiques qui intéressent les seuls collectionneurs; son idéal est plus élevé; elle s'étendra aussi sur les faits biologiques, sur les lois du développement, les relations des insectes avec les terrains, les plantes et les climats et quelquefois même, lorsqu'il s'agira des espèces les plus nuisibles, sur les méthodes de destruction.

Tel que nous l'entendons, c'est-à-dire dans son étendue géolo-

gique, le massif armoricain comprend treize départements; il renferme en entier, cela va sans dire, les cinq départements bretons : Ille-et-Vilaine, Morbihan, Finistère, Côtes-du-Nord et Loire-Inférieure, plus tout ou partie de la Mayenne, de la Manche, de l'Orne, du Calvados, de la Vendée, du Maine-et-Loire, des Deux-Sèvres et de la Sarthe.

Tous les documents connus jusqu'ici : travaux imprimés, manuscrits, collections, ont été soigneusement relevés et une première liste en a été donnée à la fin de l'introduction.

Nous avons commencé la Faune entomologique par la famille des Longicornes, pour laquelle nous possédions des documents complets; cette famille est illustrée de 146 figures représentant les principales espèces, soit sous leur état parfait, soit à l'état de larves.

En somme, telle qu'elle est comprise, la Faune armoricaine constituera un travail d'une haute importance scientifique et absolument unique jusqu'ici en son genre.

La Société scientifique et médicale de l'Ouest a pris cet ouvrage sous son patronage et en favorise l'exécution (1).

Au point de vue pratique, cette Faune armoricaine entomologique donnera tous les renseignements sur les insectes nuisibles et, autant que possible, sous forme de notes additionnelles, les moyens de les combattre.

---

## M. C. HOULBERT

Professeur au Lycée de Rennes

### PREMIÈRES OBSERVATIONS SUR LA FAUNE ORTHOPTÉRIQUE DES COËVRONS

[591.9:595.72]

*— Séance du 5 août —*

La petite chaîne des Coëvrons située dans la Mayenne, à la limite orientale du massif armoricain, forme une ligne de hauteurs arides, couvertes de bois et de bruyères et encadrée de deux vallées profondes.

Au nord, la vallée de l'Erve la sépare du plateau granitique d'Izé

(1) L'Association française pour l'Avancement des sciences a bien voulu aider cette publication d'une subvention.

et de Saint-Martin-de-Connée; vers l'ouest, la rivière d'Erve la contourne en suivant l'axe de l'immense cirque d'Assé-le-Bérenger, limité du côté d'Évron par les hauteurs du bois de Crün; au sud, la profonde vallée du ruisseau de Voutré la sépare de l'anticlinal de Clou-Gautier. Du côté de l'est seulement, elle est rattachée topographiquement aux assises jurassiques de la Sarthe.

Nos connaissances sur la distribution géographique des Orthoptères dans le massif armoricain, sont encore très incomplètes; mais ce que nous en savons déjà nous porte à croire, qu'à part quelques espèces qu'on rencontre à peu près partout dans les plaines, plusieurs autres sont très localisées et quelquefois cantonnées sur des surfaces très restreintes, surtout dans les régions accidentées.

Les conditions biologiques variées qu'on rencontre dans les Coëvrons et dans les collines voisines, telles que la nature minéralogique du sous-sol, l'uniformité relative de la flore, l'existence de petits taillis de chênes, de futaies de sapins, alternant avec des landes de bruyères et d'ajoncs, tout cela nous faisait espérer que la faune Orthoptérique des Coëvrons présenterait quelques particularités intéressantes.

Nous n'avons pu malheureusement explorer qu'une très faible partie des collines mayennaises l'année dernière à la fin du mois de septembre; la pluie et l'abaissement de température qui se produisirent si malencontreusement pendant notre séjour à Voutré nous empêchèrent de récolter des Orthoptères en aussi grand nombre que nous l'avions espéré; cependant les documents que nous avons recueillis sont suffisamment intéressants pour nous engager à continuer nos recherches dans cette région particulièrement favorisée. Ces documents, d'ailleurs, offrent d'autant plus d'intérêt qu'on pourrait facilement compter les stations du sol français où des recherches orthoptériques suivies aient été entreprises; je n'oserais même pas affirmer qu'en dehors des observations de l'abbé Dominique et de MM. H. et Th. Piel de Churcheville, dans la Loire-Inférieure, il en ait été entrepris d'autres dans la région de l'Ouest.

En ce qui concerne les Orthoptères des Coëvrons, je laisserai de côté pour le moment les deux familles des Blattidés et des Forficulidés, qui fréquentent plutôt les endroits habités et qu'on retrouve dans toutes les localités de la plaine ou de la montagne où l'homme s'est établi.

Nos observations ont surtout porté sur les groupes d'Orthoptères sauteurs Acrididés et Locustaires, qui fréquentent les bois et les pentes herbeuses des collines.

Les Mantidés paraissent excessivement rares dans le massif armoricain; pour notre part, nous n'en avons jamais rencontré aucun dans la région des Coëvrons; cependant nous pouvons affirmer qu'un exemplaire de la Mante religieuse *(Mantis religiosa)* a été capturé dans la Kabylie de Voutré, pendant l'été de 1899, par M. Gervaise.

Voici la liste des Orthoptères les plus intéressants :

## I. — ACRIDIDÉS

*Sténobothrus lineatus* Panz. — Assez commun dans les endroits herbeux des Coëvrons.

*St. rufipes* Zett. — Assez commun dans les endroits secs et bien ensoleillés.

St. BINOTATUS Charp. — Cette belle espèce se rencontre exclusivement dans les parties incultes des Coëvrons; elle se tient dans les endroits couverts de bruyères et d'ajoncs, à partir de l'altitude 200 m. jusqu'au sommet; elle est très agile et se distingue à première vue par son corps varié de brun et de vert olive et par ses tarses postérieurs couleurs de corail et annelés de jaune vers l'articulation de la cuisse. Je l'ai également observé dans le nord du département de la Mayenne, au sommet des collines de Villepail.

*St. bicolor* Charp. — Partout mais principalement dans les champs cultivés après la moisson.

*St. biguttulus* L. — Très commune partout dans les endroits herbeux et très variable comme coloration.

*St. pulvinatus* Fisch. — Cette espèce, si commune dans le centre de la France, me paraît rare dans les Coëvrons; elle se tient de préférence dans les terrains en pente et ne descend pas très loin dans la plaine.

*St. parallelus* Zett. — Très commune dans les endroits frais.

*Œdipoda cœrulescens* L. — Champs cultivés et terrains secs jusqu'au sommet des Coëvrons; assez commun dans les années chaudes.

*Caloptenus italicus* L. — et sa var. *marginellus* Serv. — Assez communs dans les endroits secs et dans les champs cultivés jusqu'au sommet des Coëvrons.

## II. — LOCUSTIDÉS

*Phaneroptera falcata* Scop. — Assez commun dans les endroits où croissent la Canche *(Molima cœrulea)* et les hautes bruyères; descend jusqu'au bas des collines dans les prairies marécageuses où elle se mélange à *Xiphidium fuscum* et *dorsale*.

*Xiphidium fuscum* Fab. et *X. dorsale* Lat. — Communes dans les prairies marécageuses à la base des collines.

*Locusta viridissima* L. — Partout.

*Decticus veruciverus* L. — Champs cultivés et herbeux. Rare.

*Platycleis grisea* Fab. — Partout dans les champs cultivés; parmi les bruyères et les ajoncs dans les parties incultes.

*Pl. tessellata* Charp. — Avec la précédente, mais beaucoup plus petite et beaucoup moins répandue.

PL. BRACHYPTERA L. — Peu commune. Dans les prairies de Canche sur le versant nord des Coëvrons et toujours aux altitudes les plus élevées. Cette espèce vole très bien et se reconnaît à ses élytres d'un beau vert.

*Thamnotrizon cinereum* L. — Haies, buissons, bordure des bois; à peu près partout dans les Coëvrons.

*Ephippiger vitium* Ser. — Très communs sur les ajoncs dans toutes les landes autour de Voutré.

*Gryllus campestres* L. — Commun dans les champs et dans les talus bien ensoleillés.

*Nemobuis sylvestris* Fab. — Très commun parmi les feuilles dans tous les taillis des Coëvrons et des régions environnantes.

Il me suffirait maintenant d'ajouter que, dans les vallées qui bordent au nord et au sud la chaîne des Coëvrons, plusieurs de ces espèces se retrouvent avec les espèces ordinaires des prairies; je citerai seulement *Mecostethus grossus* Piel, qu'on rencontre dans presque tous les endroits marécageux de la vallée de l'Erve.

## CONCLUSIONS

1° Les espèces que nous venons de signaler paraissent se retrouver avec une distribution identique sur toutes les collines de la Mayenne parallèles à la chaîne des Coëvrons;

2° *Stenobothrus binotatus* parmi les Acridiens et *Platycleis brachyptera* parmi les Locustides constituent jusqu'à ce jour les espèces les plus caractéristiques de la faune orthoptérique des Coëvrons;

3° L'abondance des *Thamnotrizon* du type *cinereus* est aussi à signaler et il y aura lieu d'examiner si la variété qu'on rencontre dans les prairies du fond de la vallée est bien la même que celle qui habite à la lisière des bois aux altitudes de 250 à 300 mètres dans les Coëvrons.

---

## M. Pierre FAUVEL

Professeur à l'Université Catholique d'Angers


### UN NOUVEL OLIGOCHÈTE DES PUITS
### (*TRICHODRILOÏDES INTERMEDIUS* UG. U. SPE.)

— *Séance du 5 août* —

Il n'est pas très rare de rencontrer dans l'eau des puits des vers appartenant au groupe des Oligochètes.

Les plus connus appartiennent au genre *Phreoryctes* (famille des Phréoryctiens) dont on a décrit plusieurs espèces. Ces animaux, considérés jadis comme très rares, ont été finalement retrouvés dans de nombreuses localités en Allemagne, en Pologne, en Danemark et en France.

En France, aux localités citées par M. GIARD : Douai, Roubaix, Tourcoing, Boussac, il y a lieu d'ajouter Saint-Colombin (Loire-Inférieure) où M. G. FERRONNIÈRE a signalé le *Phreoryctes endeka* Giard, dans un puits et Sainte-Pazane (Loire-Inférieure). Le 17 mars 1903, M. G. FERRONNIÈRE m'a en effet communiqué un exemplaire trouvé dans un puits de cette commune.

Ce spécimen porte des soies dorsales seulement sur les 32 à 34 premiers segments. Il serait donc, sous ce rapport, intermédiaire entre le *Phreoryctes emissarius* Forbes et le *Ph. endeka* Giard, si tant est qu'il y ait lieu de séparer ces espèces au lieu de les réunir toutes, comme le fait MICHAELSEN, sous le nom de *Ph. gordioïdes* Hartmann.

Les autres Oligochètes habitant les puits sont moins connus et appartiennent à d'autres familles. Le *Phreodrilus subterraneus* Beddard, des puits souterrains de la Nouvelle-Zélande, est un Tubificidé. Le *Claparedilla Lankesteri* Vejd. et le *Phreatothrix pragensis* Vejd., tous les deux de Bohême, appartiennent à la famille des Lumbriculides.

Presque toutes ces espèces sont, on le voit, étrangères à la France, ce qui donne plus d'intérêt à l'observation suivante.

Au mois de février dernier (1903), M. des Chesnes me fit, avec une complaisance dont je suis heureux de le remercier ici, plusieurs

envois d'une espèce d'Oligochète provenant d'un puits de son château de Bois-Joly, aux environs de Mortagne (Orne).

L'eau du puits en question renfermait de ces vers en abondance. Ils y étaient accompagnés d'un crustacé Amphipode du genre *Niphargus* dont je n'ai pu encore déterminer l'espèce, différente de celles dont j'ai pu jusqu'ici me procurer la description (1).

A première vue il était facile de constater que les Oligochètes n'étaient pas des *Phreoryctes*, animaux très allongés, filiformes, dont l'aspect rappelle le *Gordius*. Mes spécimens appartiennent à la famille des Lumbriculides, mais ne rentrent exactement dans aucun des genres connus.

Ces vers mesurent de 3 à 6 centimètres de long sur 1 millimètre de diamètre. Le corps rond, même à la partie postérieure, est allongé et se termine à chaque extrémité en pointe effilée.

Les téguments transparents laissent voir une coloration générale orangée. Les extrémités sont blanchâtres, l'extrémité antérieure est d'un blanc laiteux, surtout dans les segments génitaux à maturité; l'extrémité postérieure, incolore, laisse voir par transparence les nombreux vaisseaux postérieurs d'un rouge vif.

Le lobe céphalique, acuminé, est un peu plus long que le segment buccal. La segmentation externe est bien marquée, chaque segment est divisé en deux anneaux secondaires dont le premier est court et étroit; le second, plus saillant et plus long d'un tiers, porte en son milieu les soies.

Celles-ci sont disposées sur quatre rangées longitudinales dont les deux ventrales sont plus rapprochées de la ligne médiane que les dorsales. Les soies sigmoïdes, en forme d'*s*, à crochet simple, non bifurqué, portent un léger renflement au tiers externe (*fig. 1*, B). Elles ressemblent à celles du *Rhynchelmis*.

Ces soies, au nombre de deux par faisceau, sont souvent accompagnées de deux soies de remplacement dans la rangée ventrale des segments antérieurs.

APPAREIL DIGESTIF. — Au pharynx épais et musculeux fait suite un long œsophage mince, s'étendant jusqu'au X[e] segment environ et entouré par les glandes septales dans les segments IV, V et VI. L'intestin devient ensuite nettement moniliforme. Sa couleur est jaune vif.

(1) *Niphargus subterraneus* LEACH, ainsi que je m'en suis assuré depuis.

Appareil circulatoire. — Il se compose principalement d'un vaisseau ventral, non contractile, et d'un gros vaisseau dorsal contractile dans lequel le sang, rouge vif, circule d'*arrière en avant*. Le vaisseau dorsal se bifurque dans le lobe céphalique pour s'anastomoser avec deux branches du vaisseau ventral. Dans les sept premiers segments il donne de longues anses latérales, très contournées anastomosées avec celles du vaisseau ventral. Dans les segments

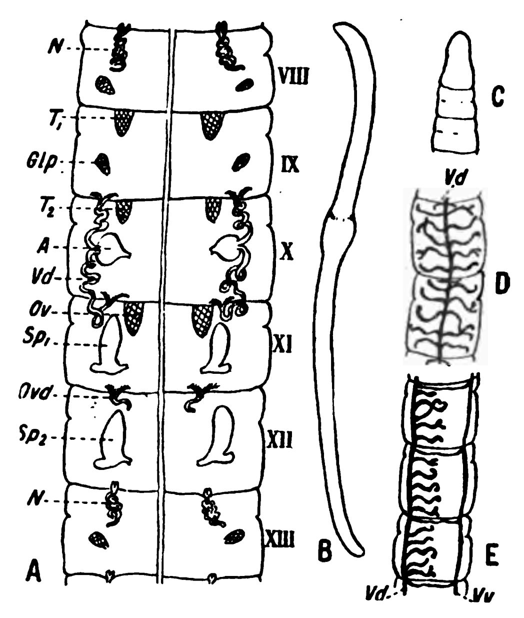



Fig. 1. — *Trichodriloïdes intermedius*. — *A*. Schéma de l'appareil génital. — $T_1$, $T_2$. Testicules. — Vd. Spermiductes. — *A. atrium*. — Ov. Ovaire. — Ovd. oviducte. — $Sp_1$ $Sp_2$. Spermathèques. — N. Néphridies. — Glp. Glandes pédieuses. — *B*. Soie × 350. —. *C*. Lobe céphalique. — *D*. Appareil circulatoire des segments postérieurs, face dorsale — *E. id.* face latérale. Vd. Vaisseau dorsal. — Vv. Vaisseau ventral.

porteurs d'œufs on retrouve aussi de ces branches, très longues, sinueuses et recourbées en arrière.

Dans toute la région moyenne, constituant la plus grande partie du corps, le vaisseau dorsal est simple et ne donne pas d'anses latérales. Celles-ci reparaissent dans les 25 à 30 derniers segments de la région postérieure, d'abord au nombre d'une, puis deux paires et enfin jusqu'à 5 et 6 paires par segment.

Au niveau de l'étranglement intestinal produit par le diaphragme, chaque segment renferme une anse, ou plutôt un lacis vasculaire, entourant le tube digestif et reliant le vaisseau dorsal au vaisseau ventral. Les 4 ou 5 paires suivantes sont de simples diverticules,

parfois bifides, terminés en cæcum. Leur extrémité libre vient s'enfoncer parmi les cellules chloragogènes de l'intestin, semblables à celles dont elles-mêmes sont revêtues. Ces diverticules ne dépassent pas, de chaque côté, la moitié du diamètre de l'animal, de sorte que la région postérieure vue par la face dorsale paraît très rouge, grâce à ces vaisseaux gorgés de sang rouge (*fig. 1* D) tandis qu'à la face ventrale on n'aperçoit plus que le vaisseau ventral (*fig. 1* E).

Ce vaisseau ventral, bifurqué dans le segment buccal donne, dans chacun des 6 à 7 premiers segments, une paire d'anses latérales communiquant avec celles du vaisseau dorsal; puis, comme celui-ci, il cesse d'émettre des anses dans toute la région moyenne pour en donner de nouveau une seule dans chacun des 25 à 30 derniers segments.

Néphridies. — Les néphridies apparaissent au VII^e segment (6^e sétigère), puis elles disparaissent du IX^e au XII^e (8^e à 11^e sétigère) pour reparaître au XIII^e et persister jusqu'à l'extrémité postérieure.

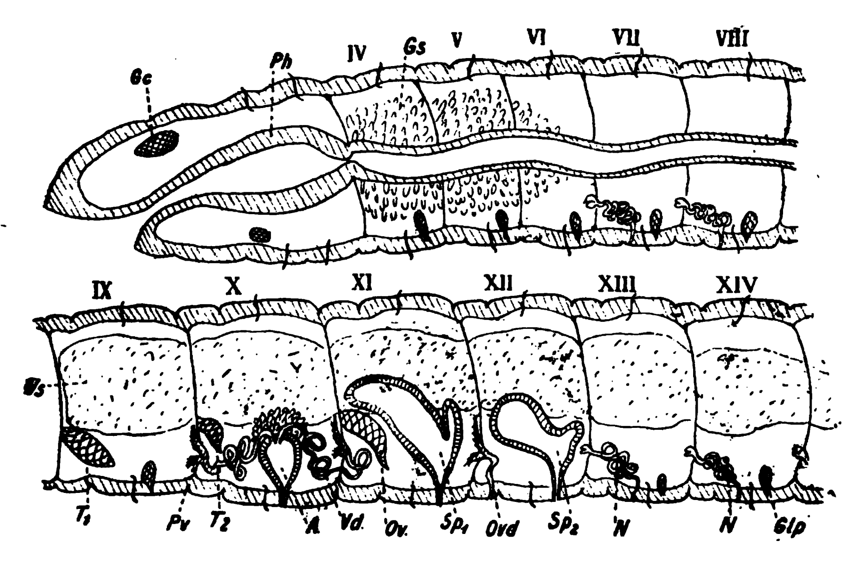



Fig. 2. — *Trichodriloïdes intermedius*. — Coupe demi-schématique. — Gc. Ganglion cérébroïde. — Ph. Pharynx. — Gs. Glandes septales. — $T_1$, $T_2$. Testicules. — Vd. Spermiducte. — A. Atrium. — Ov. Ovaire. — Ovd. Oviducte. — $Sp_1$, $Sp_2$. Spermathèques. — N. Néphridies. — Glp. Glandes pédieuses. — Vs. Vésicule séminale.

Appareil génital. — L'animal est hermaphrodite, comme tous ceux du même groupe.

Les testicules, au nombre de deux paires, se trouvent dans les

IX^e et X^e segments (8^e et 9^e sétigères). Les orifices génitaux mâles sont sur le X^e segment. Les canaux déférents sont au nombre de deux paires et leurs pavillons vibratiles s'ouvrent dans les segments IX et X. Mais leurs spermiductes sont tous dans le X^e segment. En effet, de chaque côté, le canal partant du pavillon vibratile postérieur retraverse le diaphragme séparant le X^e et le XI^e segment, rentre dans le X^e et vient s'ouvrir, avec le canal du pavillon antérieur, dans un sac glandulaire, l'*atrium* de Claparède, *spermiducal gland* de Beddard (*fig. 1 et 2* Vd et A) dont l'orifice externe constitue le pore mâle sur le X^e segment.

Chaque *atrium* reçoit donc les canaux déférents de deux segments successifs (*fig. 1 et 2*).

Une seule paire de vésicules séminales (*fig. 2* Vs.), en forme de sac très allongé, s'étend du IX^e segment jusqu'au XV^e à XVIII^e.

Les ovaires, au nombre d'une seule paire, se trouvent dans le XI^e segment (10^e sétigère). Les oviductes se composent d'une paire de larges pavillons vibratiles, s'ouvrant dans ce même segment, suivis d'un court canal débouchant à l'extérieur sur le XII^e, un peu en avant de l'orifice de la deuxième spermathèque.

Les spermathèques, au nombre de deux paires, sont situées dans les segments XI et XII. Les œufs, énormes, se rencontrent dans les segments suivants.

Cet oligochète présente de nombreux points de ressemblance avec le *Trichodrilus allobrogum* Clp., trouvé par Claparède en 1862, à Genève, dans la rivière Seime. Les segments dépourvus de néphridies sont les mêmes. Le nombre et la place des ovaires et des spermathèques est identique. Les canaux déférents bifurqués sont également semblables. Claparède décrit quatre paires de testicules dans les segments X, XI, XII et XIII, alors que nous n'en trouvons que deux paires dans les segments IX et X; mais il est probable que Claparède a pris pour les testicules les vésicules séminales (spermsacs) gonflées de sperme. Il n'a pu découvrir les oviductes.

Son *Trichodrilus* est d'un beau jaune au lieu de rouge orangé.

Mais surtout l'appareil circulatoire est très différent. Chez le *Trichodrilus*, le vaisseau dorsal donne des anses latérales dans tous les segments : deux à la partie antérieure, cinq à six dans la région *moyenne* et postérieure. Toutes ces anses sont semblables et dépourvues de cæcums.

L'appareil circulatoire de notre Oligochète est, on l'a vu, bien différent de celui du *Trichodrilus*, mais il est au contraire assez semblable à celui du *Phreatothrix pragensis* Vejdovsky, dont le vaisseau

dorsal porte cinq à six paires de branches latérales dans les segments postérieurs, toutes bifides à leur extrémité.

Mais son sang est jaune et non rouge; en outre il n'y a qu'une seule paire de spermathèques et les néphridies, dont le tube contourné s'étend en arrière sur plusieurs segments, sont complètement différentes. La première se rencontre au VIII[e] segment au lieu du VII[e].

Notre Oligochète, *Trichodrilus* par son appareil génital, et *Phreatothrix* par son appareil circulatoire est intermédiaire entre ces deux genres; nous proposons donc de l'appeler *Trichodriloïdes intermedius*.

### DIAGNOSE

Corps rouge orangé à extrémités effilées, blanchâtres. Longueur : 3 à 6 cent. — Soies sigmoïdes, simples, non bifides, disposés sur 4 rangées de 2. — *Prostomium* conique. — Sang rouge. — Vaisseau dorsal avec des anses latérales dans les 6 et 7 premiers segments, dépourvu de branches latérales dans la région moyenne, puis en portant de 2 à 6 paires dans la région postérieure, terminées en cœcums, parfois bifides. — Néphridies commençant au 7[e] segment, manquant du 9[e] au 12[e] et reparaissant à partir du 13[e]. — Testicules dans le 9[e] et le 10[e]. — Ovaires au 11[e]. — Une paire de vésicules séminales s'étendant sur plusieurs segments. — 2 paires de canaux déférents se réunissant dans un seul *atrium* de chaque côté du 10[e] segment. — Pores ♂ au 10[e]. — Une paire d'oviductes avec pores ♀ sur le 12[e]. — Deux paires de spermathèques (11[e] et 12[e] segments).

### INDEX BIBLIOGRAPHIQUE


1895. BEDDARD. A Monograph. of the Order of Oligochaeta *(Oxford. Clarendon press*, p. 217-219).

1862. CLAPARÈDE. Recherches anatomiques sur les Oligochètes (*Mém. Soc. Phys. et Hist. Nat. Genève*, t. XVI, p. 267, pl. III).

1899. FERRONNIÈRE. — III[e] Contribution à l'étude de la Faune de la Loire-Inférieure (*Bull. Soc. Sc. Nat. Ouest.*, t. IX).

1889. GIARD. Sur l'habitat de *Phreoryctes Menkeanus (Bul. Sc. France et Belgique*, 3[e] sér. t. II, vol. XX).

1889. VAILLANT. Histoire naturelle des Annelés (*Paris, Roret*, t. III, 1[re] part., p. 202-209).

1884. VEJDOWSKY. System und Morphologie der Oligochæten (*Prag* in-4° 166 p. 16 pl.) *fide* Vaillant et Beddard.

## M. Gustave LOISEL

Docteur en médecine et ès sciences, Préparateur à la Faculté des Sciences de Paris

---

### RECHERCHES DE STATISTIQUE SUR LA DESCENDANCE DES PIGEONS VOYAGEURS (NOTE PRÉLIMINAIRE)

[575.1:598.3]

---

— *Séance du 5 août* —

Le Ministère de la Guerre ayant bien voulu mettre à notre disposition un des colombiers militaires de Paris, nous avons pu compulser les registres où les accouplements, les pontes et les élevages sont inscrits très exactement par des personnes spécialement chargées de ces soins; nous avons pu étudier ainsi près de 4.000 pontes correspondantes aux années 1897 à 1903. Cette étude est loin d'être terminée, mais les résultats qu'elle nous a donnés jusqu'ici sont assez importants, croyons-nous, pour devoir être publiés.

On sait que l'ovaire des pigeons verse à peu près au même moment, dans l'oviducte, deux œufs qui ne seront pondus qu'à un ou deux jours d'intervalle; ces œufs écloront après 19 à 20 jours d'incubation.

Il était tout d'abord intéressant de rechercher quelle était la distribution des sexes dans ces doubles pontes.

Or, sur 63 couvées, nous avons eu :

34 fois un mâle et une femelle.
14 fois deux mâles.
15 fois deux femelles.

Ces résultats concordent parfaitement avec ceux de Cuénot (1) qui, sur 65 pontes, a obtenu 34 fois les deux sexes, 17 fois deux mâles et 14 fois deux femelles. Ils vont donc à l'encontre de la tradition répandue depuis Aristote, parmi les éleveurs et quelques savants, tradition qui veut que des deux œufs pondus, l'un donne habituellement naissance à un mâle, l'autre à une femelle.

Si l'on considère maintenant les 34 pontes ayant donné des sexes différents, nous trouvons que dans 21 fois c'est l'œuf mâle qui a été pondu le premier et 13 fois l'œuf femelle. Cette première statistique semble confirmer, par contre, cette autre idée, répandue également

(1) Cuénot. *La distribution des sexes dans les pontes de pigeons.* C. r. As., 1900, II, 756.

depuis Aristote, que le premier œuf pondu donnait généralement un mâle. Mais dans les 240 cas dont je n'ai connu que le sexe de la première ponte, j'ai obtenu 121 fois des mâles et 119 fois des femelles; d'un autre côté, dans les 166 cas où je n'ai connu que le sexe de la deuxième ponte, j'ai obtenu 86 fois des mâles et 80 fois des femelles. Nous concluerons donc, avec Cuénot : « ce second préjugé du premier œuf mâle doit être abandonné comme celui de la bisexualité des pontes. »

J'ai recherché ensuite si la couleur du plumage des parents passait à celui des enfants.

*A.* — Considérant d'abord le cas où les deux parents ont le même plumage ; nous obtenons les chiffres suivants :

1° Père et mère ayant un plumage écaillé :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Sur 1066 jeunes, | 913 | ont eu le plumage | des parents |
| — | 115 | — | bleu |
| — | 12 | — | rouge |
| — | 7 | — | bronzé |
| — | 5 | — | mosaïque |
| — | 5 | — | bariolé |
| — | 4 | — | meunier |
| — | 3 | — | noir |
| — | 1 | — | marron |
| — | 1 | — | blanc |

Dans les 115 bleus, il n'y en a eu que 85 dont j'ai pu trouver l'ascendance complète. Or, dans 58 cas, le plumage bleu existait, au moins une fois, chez les parents; dans les 27 autres cas, le bleu n'existait pas dans l'ascendance directe.

2° Père et mère ayant un plumage bleu.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Sur 39 jeunes, | 32 | ont eu le plumage | des parents |
| — | 7 | — | écaillé |

Dans les 5 écaillés dont j'ai pu avoir l'ascendance complète, j'ai trouvé une fois seulement la couleur écaillée chez les grands parents mais les 4 autres cas provenaient de deux couvées du même couple.

3° Père et mère ayant un plumage rouge.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Sur 18 jeunes, | 11 | avaient le plumage | des parents |
| — | 6 | — | écaillé |
| — | 1 | — | gris |

En somme, ces chiffres nous montrent bien que les enfants héritent du plumage de leurs parents. Il y avait à rechercher alors, par des

croisements appropriés, si un des sexes avait ici une influence prépondérante. Les éleveurs croient que le mâle donne son plumage aux enfants et nous croyons que Darwin confirme cette opinion.

*B.* — Or, sur un ensemble de 591 jeunes provenant de parents ayant deux plumages différents, nous avons vu que 299 avaient le plumage du père et 294 de la mère. Mais il est nécessaire de prendre chaque cas en particulier pour avoir une idée plus exacte de la question :

1° Père écaillé, mère rouge.

Sur 135 pontes, 97 seulement ont donné chaque fois deux petits vivants.

Considérant d'abord ces derniers :

Dans 16 cas, les 2 petits avaient le plumage du père
— 13 — — — de la mère
— 37 — l'un des petits avait le plumage du mâle, l'autre celui de la femelle
— 31 — un seul des petits avait un des plumages des parents, l'autre avait un plumage nouveau : bleu (21 fois), meunier (9 fois), gris (2 fois), argenté (2 fois), noir (1 fois), mosaïque (1 fois).

Enfin, si nous considérons les 38 cas, où l'on n'a pu élever qu'un seul petit, à chaque ponte, nous voyons le plumage du mâle apparaître 14 fois, celui de la femelle 21 fois, la couleur bleue une fois et la grise une fois.

2° Père rouge, mère écaillée.

Sur 123 pontes, 111 ont donné, chaque fois, deux petits vivants.

Dans 22 cas, les deux petits avaient le plumage du père
— 16 — — de la mère

Dans 51 autre cas, l'un des petits avait le plumage du mâle, l'autre le plumage de la femelle.

Dans 22 autres cas, l'un des deux petits avait un plumage nouveau (11 fois bleu, 4 fois gris, 3 fois noir, bariolé, marron, bronzé, mosaïque, 1 fois), l'autre portant toujours le plumage d'un des deux parents.

Tous ces chiffres montrent nettement, il nous semble, l'influence prédominante du mâle dans la transmission héréditaire du plumage, de même que la prépondérance de la couleur bleue dans l'apparition

de plumage nouveaux. Or, comme on le sait, le bleu est la couleur du bizet, souche commune de tous les pigeons domestiques.

3° Père écaillé, mère bleue.

Sur 109 pontes qui ont donné chaque fois deux petits vivants :

Dans 49 cas, les deux petits avaient le plumage du père
— 23 — — de la mère
— 31 — l'un des petits avait le plumage mâle, l'autre le plumage femelle.
— 6 — l'un des petits avait un plumage nouveau (bariolé, rouge ou bronzé), l'autre petit avait toujours le plumage du mâle.

5° Père bleu, mère écaillée.

Sur 186 pontes, 120 ont donné deux petits vivants.

Dans 27 cas, les deux petits avaient le plumage du père
— 50 — — de la mère
— 39 — l'un des petits avait le plumage mâle, l'autre le plumage femelle
— 4 — un des petits avait un plumage nouveau (bariolé, bronzé, rouge), l'autre avait toujours le plumage femelle.

6° Père rouge, mère bleue.

Sur 77 pontes, 56 ont donné deux petits vivants.

Dans 9 cas, les deux petits oiseaux le plumage du père.
— 3 — — de la mère.
— 34 — l'un des petits avait un plumage nouveau (écaillé 15 fois, meunier 5, gris 3, bronzé 1), l'autre avait le plumage d'un des parents (du mâle, 24 fois ; de la femelle, 15 fois).
— 10 — les deux petits avaient, l'un et l'autre, un plumage nouveau.

7° Père bleu, mère rouge.

Sur 61 pontes, 42 ont donné deux petits vivants.

Dans 2 cas, les deux petits avaient le plumage du père
— 7 — — de la mère
— 18 — l'un des petits avait un plumage nouveau, (écaillé, 11 fois ; meunier, 5 fois ; gris et bronzé, 1 fois), l'autre avait le plumage d'un des parents (du père, 3 fois ; de la mère, 15 fois).
— 15 — les deux petits avaient l'un et l'autre un plumage nouveau.

Ces statistiques partielles semblent montrer une prépondérance tantôt paternelle, tantôt maternelle. En réalité, il semble bien que ce soit plutôt tel ou tel plumage qui mieux fixé que les autres par l'hérédité, se transmettra plus facilement aux enfants; ceci est très net par exemple par les mélanges écaillé-bleu où nous voyons le plumage écaillé prédominer dans les deux sortes de croisements.

Ces résultats sont à reprendre maintenant, pour voir s'ils suivent les données de Galton ou de Mendel; mais nous voulons auparavant les contrôler par d'autres statistiques faites dans d'autres colombiers que celui que nous avons pu étudier jusqu'ici.

---

M. Louis GERMAIN

à Paris

---

## CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LA FAUNE MALACOLOGIQUE VIVANTE DU DÉPARTEMENT DE MAINE-ET-LOIRE [594(44.18)]

---

— *Séance du 5 août* —

Une étude suffisamment détaillée de la Faune malacologique de l'Anjou m'a permis de mettre en relief certains caractères sur lesquels il est bon d'attirer l'attention (1).

Cette faune comprend, dans l'état actuel de nos connaissances, 364 espèces qui se répartissent de la manière suivante : 14 Limaciens; 98 Gastropodes terrestres; 112 Gastropodes fluviatiles: 140 Acéphales.

Les causes de cette exceptionnelle richesse tiennent : d'une part, à la douceur du climat, égal et humide, presque sans hivers rigoureux; d'autre part, à la grande diversité pétrographique des sols où des calcaires remarquablement exposés au midi (rochers de Beaulieu, coteaux du Thouet, à Montreuil-Bellay, etc.) alternent avec des schistes dans des situations également méridionales (rochers de l'étang Saint-Nicolas, près Angers).

(1) GERMAIN (Louis). Étude sur les Moll. terr. et fluv. viv. des env. d'Angers et du départ. de Maine-et-Loire : in *Bull. Soc. Sc. Nat. Ouest;* 1903, pp. 1-240; édition à part : 1 vol. gr. in-8°, 240 pages : Paris, Baillière, 1903 (1re partie, Introd. et Gastropodes). La 2e partie (Acéphales) paraîtra vers juillet 1904.

# I

La faune fluvio-lacustre surtout est particulièrement riche, tant en espèces qu'en individus. Cette richesse — et le fait est intéressant à signaler — ne coïncide pas forcément avec la présence du calcaire : elle se manifeste pleinement, par exemple, autour d'Angers où les schistes composent presque exclusivement le sol. Les genres *Limnæa*, *Physa*, *Planorbis*, *Valvata*, *Vivipara*, etc., sont fort bien représentés; c'est ainsi que sur 39 espèces de *Planorbis* connus en France, 25 se rencontrent en Maine-et-Loire et 22 habitent le seul marais de la Baumette, près Angers! Quant à l'abondance des individus, on s'en fera une idée lorsqu'on saura qu'à la fosse de Sorges (près des Ponts-de-Cé) ou à la Baumette (près Angers), les Planorbes, Limnées, Vivipares, etc., vivent en colonies de plusieurs milliers d'individus.

Parmi les nombreux matériaux que j'ai recueillis, j'ai rencontré quelques espèces nouvelles : une *Vivipare* (*Vivipara Locardi* Germain) voisine, mais bien distincte du *Vivipara Bourguignati* Servain (1), qui vit dans la Mayenne, non loin du viaduc de l'Ouest à Angers et que je suis heureux de dédier à mon savant maître, M. Arnould Locard; une *Limnée* (*Limnæa Salmurina* Germain) du groupe du *L. glabra* qui habite le Thouet, à Saumur; une variété du *Limnæa peregra* que j'ai nommée *Andegavensis* qui, mieux étudiée, pourra constituer une bonne espèce; elle habite l'étang Saint-Nicolas, près d'Angers, et n'est pas sans analogies avec le *L. peregra* var. *apricensis* Adami (2); enfin, un petit *Planorbe* (*Planorbis Arnouldi* Germain) (3) fort intéressant par ses caractères et appartenant au groupe de l'*umbilicatus* Müller. Je ne parle que pour mémoire d'un assez grand nombre de formes locales.

Certaines circonstances favorables m'ont permis d'étudier d'assez près la faune profonde de la Maine, entre le viaduc du chemin de fer de l'Ouest et le Pont de la Haute-Chaîne, à Angers. Le fond vaseux, ou mieux tourbeux de la rivière, est habité par une faune malacologique extrêmement riche : les petits Bivalves, *Sphærium* et *Pisidium*, abondent, ainsi que les *Valvata*. Les *Sphærium* sont surtout représentés par de grosses espèces, parmi lesquelles domine le *Sph. Scal-*

(1) SERVAIN (G.). *Bull. Soc. Mal. France*, 1884, I, p. 177, pl. III, fig. 6.

(2) ADAMI. Molluschi terr. fluv.... nella valle dell'Oglio, in : *Atti della Soc. Veneto-Trentina*, vol. V, 1876, p. 69, pl. I, fig. 20-21.

(3) Dédié à M. ARNOULD LOCARD, de Lyon.

*dianum* Norm.; les *Pisidium* du groupe de l'*amnicum* sont communs, et le *P. inflatum* Meg. von Muhl. notamment, uniquement signalé jusqu'ici dans le Midi de la France (1), n'est pas très rare. Quant aux *Valvata*, les *V. contorta* Menke, *V. Servaini* Loc., *V. depressa* Pf., *V. cristata* Müll., y forment des colonies très populeuses.

Si, remontant la Maine, nous pénétrons dans la Mayenne, nous observons une faune curieuse, tant par sa composition que par son allure : elle est surtout caractérisée par l'abondance des *Vivipares* du groupe du *V. contecta* Millet, des *Bythinies* (B. *tentaculata* L., *producta* Menke, *matritensis* Bg., *Sebethina* Blanc, *Leachii* Shepp., etc...) et des *Dreissensia* (2). Toutes ces espèces ont un test fortement érodé : érosion des sommets et des valves chez les Acéphales, troncature de la spire, souvent très nette, chez les Gastropodes. Ce fait est d'autant plus remarquable que, tout à côté, dans le Loir, les coquilles ne sont pas érodées : chez les Acéphales, comme *Unio patamius* Bg., *U. Ligericus* Bg., *U. tumens* de Joann., etc..., les sommets sont généralement *absolument intacts.*

Les trous de carrières abandonnées, si nombreux autour d'Angers, ne possèdent qu'une faune très pauvre; quelques-uns même ne nourrissent aucun Mollusque; d'autres (trou aujourd'hui comblé à Angers même, rue Lardin-de-Musset, trous de Rivet, à Trélazé) renferment certaines espèces dont quelques-unes, marquées d'un astérisque, ne se rencontrent guère que là en Anjou : *Limnæa vulgaris* Pf., *L. glabra* Müll., **L. Oberthuri* Ancey, **L. Condatina* Ancey, *Ancylus simplex* Buc'h. var *viridis* Germ., *Segmentina nitida* Flem.

Une faunule très intéressante est celle des boires des Sablons de la Varenne, à Murs. Ces boires, souvent très herbeuses, isolées les unes des autres et de la Loire par des étendues de sable relativement considérables, renferment une faune riche en *Planorbes*, *Limnées*, *Amnicoles* (3) et *Anodontes*. En dehors de la prédominance marquée des Limnées à galbe allongé (*L. glabra* Müll., *L. velaviana* Bg., — *L. helophila* Bg.. *L. Westerlundi* Loc.), cette faune est surtout caractérisée par l'abondance des formes *minor*, abondance qui s'observe même chez les espèces de très petite taille comme les *Planor-*

(1) Aux environs de Grenoble et de Crémieux, dans l'Isère [LOCARD (Ar.). Coq. eaux douces et saum. France, 1893, p. 139].

(2) Notamment *Dreissensia fluviatilis*, Pallas et *D. Occidentalis* Bg. On rencontre, dans cette localité, une belle variété de ces espèces, que j'ai nommée *perviridis*, dont la nacre a la teinte et le brillant de la Malachite.

(3) *Amnicola celtica*, Bg. en colonies extrêmement populeuses.

*bis spirorbis* L. et *Valvata cristata* Drap. L'explication de cette particularité doit, selon moi, se trouver dans l'isolement à peu près parfait de ces boires et dans la nature de leur fond, presque exclusivement siliceux. L'absence de calcaire provoque ici une dégénérescence de l'espèce, dégénérescence encore accentuée par l'isolement : les individus, d'ailleurs très abondants, devant nécessairement se reproduire entre eux sans sélection préalable, transmettent leurs tares à leurs descendants et finissent par abâtardir l'espèce : d'où naissance de nombreuses formes *minor*. Il y a là un fait, moins général, mais de même ordre que celui si bien mis en lumière par M. Ar. Locard à propos de la faune malacologique marine de l'île de Corse (1).

Je me suis tout particulièrement attaché à l'étude de la distribution géographique des *Unionidæ* en Anjou et, par extension, dans tout le bassin de la Loire. Je suis arrivé aux conclusions suivantes (2) :

« 1° La faune de la Haute-Loire et de ses affluents (surtout l'Allier) est caractérisée par l'abondance des *Unios* de la série de l'*U. ater* Nilss., à galbe allongé et à épiderme noir où très foncé;

« 2° La faune de la Basse-Loire est caractérisée : α) par les Anodontes à profil subtrigone (3) et à valves épaissies de la série de l'*A. spondea* Bg.; β) par l'abondance des *Unios* du groupe du *Batavus* Mat. et Rack., qui présentent en outre un épiderme *lisse et très brillant,* coloré en marron plus ou moins foncé et orné de radiations vertes (4);

« 3° La faune des affluents de la Basse-Loire (Maine, Sarthe, Mayenne et Loir; — Moine, etc...) est beaucoup plus voisine de celle de la Haute-Loire que de celle du bas fleuve. Ce caractère est surtout accentué pour la faune du Moine à Cholet ».

## II

La faune terrestre, peut-être moins riche, est encore fort bien représentée, tant en genres qu'en espèces. Je n'ai pas à signaler de

(1) Locard (Arnould). Observ. Moll. mar. côtes Corse; 1901, in : *C. R. Association française; Congrès d'Ajaccio;* à part, p. 5. — Locard (A.) et Caziot. Coq. mar. côtes de Corse. Paris, 1900, 1 vol. gr. in-8°.

(2) Germain (Louis). Étude Moll. Maine-et-Loire ; 1903, pp. 29-30. Je renvoie à ce mémoire pour les détails de cette étude.

(3) Locard a observé, dans la Basse-Seine, un phénomène de même ordre : le galbe des *Unionidæ* devient subpentagone [Locard (Ar.). Descript. Union. nouv., in : *Bull. Soc. Sc. Nat. Elbeuf,* 1893, p. 50].

(4) Dans le Rhône, à partir d'Avignon, les grands Anodontes présentent un galbe très arrondi, à test lisse et brillant. [Locard (Ar.), in litt., 1902; Locard (Ar.), Contrib.; XIV, 1890, p. 223].

formes nouvelles, mais seulement un assez grand nombre de variétés locales, dont deux surtout, mieux étudiées et retrouvées en dehors de l'Anjou, pourront constituer de bonnes espèces. L'une est une variété de taille moyenne de l'*H. variabilis* Drap. [var. *Durtalensis* Germain], d'un galbe plus déprimé que le type si bien figuré par Draparnaud; l'autre est une forme de l'*Helix ericetorum* Müll. [var. *Servierensis* Germain], habitant les rochers dévoniens de la station méridionale de Beaulieu et dont le galbe, tectiforme-élevé en-dessus, se rapproche de celui de l'*H. arenosa* Zeigler (1).

Cette faune est surtout remarquable par ses *extensions méridionales*. L'Anjou présente, en effet, un grand nombre de localités comme Beaulieu, le Puy-Notre-Dame, Angers (étang Saint-Nicolas), etc. (2), où vivent, au milieu d'une flore méridionale (3), un certain nombre de Mollusques du Midi. Parmi ceux-ci, je citerai SUCCINEA *Charpyi* Baud., *S. elegans* Risso (4); — CLAUSILIA *crenulata* Risso, *Cl. dubia* Drap.; — HYALINIA *intermissa* Loc., *H. apothecia* Bg., *H. Magonensis* Bg.; — HELIX *revelata* Mich., *H. montivaga* West., *H. Cyzicensis* Gall., *H. Canovasiana* Serv., *H. melantozona* Caf., *H. Mendozæ* Serv., *H. lineata* Olivi, *H. pilula* Loc., etc.; — COCHLICELLA *barbara* L.; — LIMNÆA *succinea* Nilss.; — ANCYLUS *costulatus* Küst.; — PISIDIUM *inflatum* Meg. von Mulh., etc. (5).

Les *extensions vers la faune maritime* sont également fréquentes. Si l'on rencontre, en Anjou, certaines espèces, comme *Helix revelata* Mich., *H. montivaga* West., *H. cornea* Drap., *H. variabilis* Drap., *H. pilula* Loc., etc., qui, s'éloignant volontiers du littoral, peuvent former loin de la mer des colonies définitivement acclimatées et remarquablement prolifiques (6), on y voit aussi d'autres espèces, appartenant désormais à la faune indigène, puisque leur introduction, pour quelques-unes du moins, remonte au minimum à 1813 (7)

(1) ZEIGLER in ROSSMÄSSLER. Iconogr., VII, p. 35, fig. 519.

(2) MILLET (P.-A.). — Géographie entomologique, in : *Mém. Soc. Agr. Sc. Arts Angers*; VI, 1848.

(3) Cette flore abrite également une *faune entomologique méridionale*.

(4) Douteux cependant en Anjou; MILLET, qui signale cette espèce sous le nom erroné de *Succinea Corsica* Shuttl. [MILLET. Faune invert. Maine-et-Loire; t. I, 1870, p. 15], l'a sans doute confondue avec le *S. sublongiscata* Bg. [BOURGUIGNAT. Aperçu genre *Succinea*, juillet 1877, p. 21], qui vit à Brissac! sur les bords de l'Aubance!!

(5) Cette faunule méridionale n'est pas sans analogies avec celle signalée par M. Ar. LOCARD aux environs de Lyon. [LOCARD (Ar.). Note migrat. malacol. Lyon, 1878, pp. 8 et suiv. LOCARD (Ar.). Contrib., IV, sur présence esp. méridion. envir. Lyon; 1882, pp. 6 et suiv.].

(6) Comme aux environs de Paris, de Lyon, etc... LOCARD et GERMAIN. — Sur présence espèc. mérid. faune Malakof. env. Paris. Lyon, 1904, p. 74.

(7) Comme la colonie de *Cochlicella barbara* L., du vieux château de Champtocé, signalée par Millet dès 1813. [MILLET (P.-A.). Mollusq. Maine-et-Loire, 1813, p. 41, n°4].

qui, pour vivre, ont absolument besoin de l'influence marine. Tels sont les *Helix lineata* Olivi, *H. Scicyca* Bg; — *Cochlicella barbara* L.

La population malacologique terrestre de l'Anjou appartient, avant tout, à la faune des régions de plaines basses. Les espèces submontagneuses ne s'y rencontrent même pas, ce qui explique suffisamment la pauvreté des genres *Pupa*, *Pupilla*, *Isthmia* et *Vertigo* et le manque d'espèces du genre *Pomatias*, tout au moins autour d'Angers. Chez les *Helix*, l'absence complète de toute forme du groupe de l'*H. Heripensis* est caractéristique : ce groupe entier est remplacé par une riche suite d'*Helix* de la série de l'*intersecta* [*Helix intersecta* Poiret, *H. subintersecta* Bg., *H. olisippensis* Serv., *H. pictonum* Bg.]. Le groupe de l'*unifasciata* manque encore à l'ouest d'Angers et ne commence à apparaître que dans le Saumurois. Peut-être ces espèces, très abondantes dans les régions septentrionales et centrales de la France, manquent-elles, ou du moins ne se rencontrent-elles qu'exceptionnellement sur le littoral océanique français (1).

## III

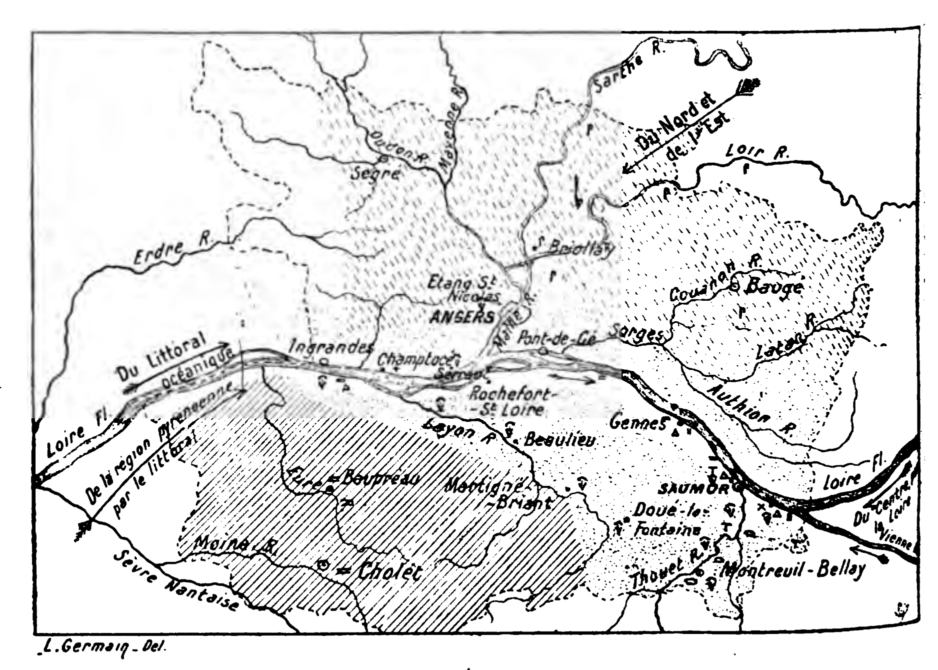
La distribution géographique des Mollusques de l'Anjou m'a conduit à séparer ce pays en quatre régions malacologiques, que j'ai distinguées sous les noms de *Faunula Ligerica*, *F. Salmurina*, *F. Choletina* et *F. septentrionalis*, cette dernière, encore fort peu connue, se rapportant à la région située au nord, mais surtout au nord-est d'Angers.

§ I. — *Faunula Ligerica*. — Elle a pour area une bande de terre relativement étroite, longeant la Loire et s'étendant de chaque côté du fleuve, mais plus spécialement sur la rive gauche, sur une largeur ne dépassant pas quelques kilomètres. Quelques espèces de cette faune (marquées d'un astérisque) ne se rencontrent absolument que là en Anjou, d'autres, y sont plus particulièrement abondantes (2) : * *Succinea Charpyi* Baud.; — * *Clausilia dilophia* Mab; — * *Hyalinia apothecia* Bg.; — * *Helix arbustorum* L., *H. limbata* Drap., *H. revelata* Mich., *H. hispida* L., *H. lapicida* L., * *H. obvoluta* Müll., *H. cornea* Drap., *Krynickia lævis* Müll. Une telle faune offre un curieux mélange d'espèces plutôt septentrionales (*H. arbustorum* L., *H. lapicida* L., *H. obvoluta* Müll., etc...) et d'espèces franchement méridionales avec prédominance très marquée de

(1) Ainsi que l'a fait pressentir M. Coutagne [Coutagne (G.), Recher. polymorp. Moll. France ; 1895, p. 47].
(2) Germain (Louis). Étude Moll... Maine-et-Loire ; 1903, pp. 45-46.

ces dernières. Le voisinage du grand fleuve peut, jusqu'à un certain point, expliquer l'apport des coquilles des régions montagneuses du centre. Il n'est pas d'ailleurs sans intérêt de remarquer que, chez les insectes, il existe également un *Faunula Ligerica* très nette, caractérisée par l'abondance des grands Cérambycides et des Chrysomélides.

§ II. — *Faunula Salmurina.* — On peut considérer Saumur comme le centre d'une région malacologique distincte, dont l'area comprend tout le Saumurois [Fontevrault, Brézé, Saint-Cyr-en-Bourg, Saint-Just, etc... (ter-




LÉGENDE

| | | |
|---|---|---|
| + *Cochlicella barbara* L. | = *Helix limbata* Drap. | ○ *Chondrus tridens* et *C. quadridens* Müll. |
| × *Helix arbustorum* L. | △ *Helix cornea* Drap. | T *Pupa graniformis* Drap. |
| ſ *Helix pomatia* L. | ‖ *Helix obvoluta* Müll. | ⇓ *Localités méridionales.* |

rain crétacé, grès tertiaire et calcaire d'eau douce)] et la région de Montreuil-Bellay (terrain jurassique) et du Puy-Notre-Dame (terrain crétacé) et qui s'étend : d'une part, vers le Baugeois, avec une allure déjà sensiblement différente, plus voisine d'une faune septentrionale; d'autre part et surtout vers Angers, dont elle comprend tous les environs malgré la différence de constitution des sols (terrain Silurien).

Cette extension est marquée, entre Saumur et Angers, par une suite presque ininterrompue d'étapes : la Roche-Servière, à Beaulieu (Dévonien); les rochers de Dieusie et du Pied-Martin, à Rochefort-sur-Loire (Porphyre quartzifère); les rochers de la Coulée de Serrant, dominant la

ligne d'Angers à Nantes; enfin, les rochers de l'Etang Saint-Nicolas (Silurien) aux portes mêmes d'Angers.

Cette faunule est remarquablement caractérisée par son aspect méridional et il suffira, pour le prouver, d'en signaler quelques espèces : *Succinea Charpyi* Baud., *S. elegans* Risso; *Clausilia crenulata* Risso, *Cl. dubia* Drap.; *Hyalinia intermissa* Loc., *H. apothecia* Bg., *H. magonensis* Bg.; *Chondrus tridens* Müll., *C. quadridens* Müll.; *Pupa graniformis* Drap.; *Helix revelata* Drap., *H. montivaga* West., *H. variabilis* Drap. var. *Durtalensis* Germain, *H. Canovasiana* Serv., *H. pilula* Loc., *H. lineata* Olivi, *H. Mendozæ* Serv., etc...; — *Limnæa succinea* Nilss.; etc..., etc...

§ III. — *Faunula Choletina.* — Cholet est le centre d'une région au relief bien plus heurté que le reste du département et où sont largement représentés les terrains primitifs : comme conséquence, toute cette partie de l'Anjou possède une faune très différente de celle que nous venons d'étudier le long de la Loire et aux environs d'Angers et de Saumur. Les grands Acéphales sont représentés par des formes parfois identiques, le plus souvent voisines de celles de la Haute-Loire aux environs de Villerest et de Balbigny; parmi les Gastropodes, on peut citer : *Arion tenellus* Millet; *Succinea parvula* Baud., *S. Mabillei* Jouss.; *H. limbata* Drap.; *Planorbis Crossei* Bg. (C. C. dans le Moine, à Cholet), etc... Malheureusement, cette faune est peu connue.

§ IV. — *Faunula Septentrionalis.* — Enfin, le nord du département, surtout l'arrondissement de Segré et le nord-est de l'arrondissement de Baugé, nourrit une faunule malacologique à peine connue, d'un caractère plus septentrional, présentant quelques affinités avec celle du Choletais, et où ne se rencontrent plus les formes méridionales relativement si communes autour d'Angers et de Saumur. On peut citer notamment : *Milax rusticus* Millet; *Clausilia laminata* Mont.; *Cl. nigricans* Pult.; *Isthmia muscorum* Drap.; *Helix virgultorum* Bg., *H. Morbihana* Bg., *H. pomatia* L.; *Limnæa corviformis* Dup., *L. vulnerata* Küst., *L. peregra* Müll., *L. pœcila* Serv., etc...; *Physa hypnorum* L., etc...

En résumé, il existe, en Maine-et-Loire, deux séries de faunes bien distinctes : l'une d'allure franchement méridionale et maritime, grâce à de nombreuses espèces introduites mais bien définitivement acclimatées, représentée par les *Faunula Ligerica* et *F. Salmurina;* l'autre moins riche, mais qui est néanmoins la vraie faune indigène, appartenant aux régions moyennes, enrichie de quelques types septentrionaux, représentée par les *Faunula Choletina* et *F. Septentrionalis.*

## IV

On peut, en dernière analyse, se demander quelle est, sinon la faune autochtone, du moins la faune indigène ancienne de l'Anjou.

En procédant par élimination, on est conduit à rechercher la liste des espèces qui sont venues s'y greffer par introductions. Or, ces introductions sont de plusieurs ordres (1) :

α). — *Introductions d'espèces septentrionales ou de l'est.* — Relativement peu nombreuses, quoique d'introduction définitive, on peut citer parmi ces espèces : *Clausilia laminata* Mont.; *Succinea arenaria* Bouc.-Chant.; *Helix pomatia* L.; *H. rufescens* Penn.; *Isthmia edentula* Drap.; etc...

β). *Introductions par la vallée de la Loire.* — Le grand fleuve qu'est la Loire entraîne avec lui, et souvent de fort loin, des espèces qui n'appartiennent pas à la faune régulière du pays; beaucoup de ces formes se sont fixées et peu à peu acclimatées dans la contrée (*Succinea parvula* Baud.; *Helix liberta* West.; *H. pygmæa* Drap.; *H. obvoluta* Drap.; etc., *Anodontes* et *Unios* du Massif Central qui ont ensuite essaimé dans les affluents); d'autres n'y sont qu'aberrantes et se rencontrent dans les alluvions du fleuve qu'il serait bon d'étudier de très près. La Loire introduit d'ailleurs avec elle une série également intéressante de végétaux, d'insectes, etc....

γ). *Introductions d'espèces pyrénéennes.* — Elles sont, en réalité, peu nombreuses et, formant l'apport le moins important, ont remonté les côtes océaniques (*Helix cornea* Drap.; *H. limbata* Drap.; *Succinea stagnalis* Gass.).

δ). *Introductions d'espèces méridionales.* — Cet apport est très important. La voie suivie est celle du littoral océanique : un grand nombre de Mollusques de Maine-et-Loire [*Succinea debilis* Morel., *S. sublongiscata* Bg., *S. elegans* Risso (douteux); *Hyalinia intermissa* Loc., etc...; *Clausilia dubia* Drap., *Cl. crenulata* Risso; *Cochlicella barbara* L.; *Helix variabilis* Drap., *H. lineata* Olivi, *H. pilula* Loc., *P. cyzicensis* Gall.; etc., etc....] appartiennent à la faune autochtone des régions méditerranéennes. C'est donc toute une faunule *méridionale* et *maritime* qui, suivant la chaîne des Pyrénées et gagnant de proche en proche, a, grâce à l'influence bienfaisante du Gulf-Stream, remonté le littoral océanique et essaimé dans le pays, se développant parallèlement à la faune indigène.

ε). Enfin il est quelques espèces, plus ou moins aberrantes, dont l'introduction est certainement due à des causes accidentelles et qui sont appelées à disparaître dans un avenir prochain. Tels sont, très probablement : *Succinea elegans* Risso et *Clausilia crenulata* Risso.

Il reste donc ainsi, comme composant la faune autochtone de l'Anjou, les espèces des régions moyennes et des pays de plaines. Or, les types de cette faune indigène sont incontestablement originaires

(1) Évidemment je ne parle pas ici seulement des introductions récentes, mais aussi des déplacements anciens dont le cadre de cette note ne saurait comporter une étude complète.

du *Centre Alpique* (1), ou même de régions plus septentrionales de l'Europe. Ce n'est pas un mince intérêt de voir les conclusions d'une étude malacologique en parfaite communion d'idées avec les données les plus récentes de l'archéologie (2), de l'ethnographie (3) et de la préhistoire (4). Ceci permet d'entrevoir une remarquable unité dans le peuplement de nos pays du centre de l'Europe : sur une faune autochtone relativement très pauvre sont venues se greffer des séries entières d'espèces venant soit des régions hyperboréennes, soit de l'Asie occidentale, mais surtout de l'Europe orientale (5), soit encore, et plus récemment, du sud de l'Europe et de l'Afrique du Nord, se déplaçant avec les peuples migrateurs, s'introduisant avec eux et, comme eux, se fixant définitivement dans le pays, en se fondant plus ou moins avec la faune primitive.

## EXPLICATION DE LA CARTE MALACOLOGIQUE DU DÉPARTEMENT DE MAINE-ET-LOIRE

Dans l'essai de carte malacologique joint à cette note, je me suis efforcé de faire ressortir les différentes faunules étudiées précédemment. Les teintes correspondent respectivement aux :

| | |
|---|---|
| Faunula Ligerica | (blanc) |
| Faunula Salmurina | (pointillé) |
| Faunula Choletina | (hachures) |
| Faunula Septentrionalis | (hachures interrompues) |

Les flèches indiquent la direction générale supposée des déplacements malacologiques.

J'ai également indiqué les localités habitées par certaines espèces spéciales. (Voir la légende.)

(1) Bourguignat (J.-R.). Malacol. terr. fluv. Algérie ; t. II, 1864, p. 366.

(2) Cf. Bertrand (Al.). Archéologie celtique et gauloise ; 2e édit., Paris, 1889, in-8°. — Bertrand (Al.). *Nos origines :* La Gaule avant les Gaulois, 2e éd., Paris, 1891, in-8°. — Bertrand (Al.) et Reinach (Salomon). Les Celtes dans les vallées du Pô et du Danube ; Paris, 1894, in-8°.

(3) Cf. : Arbois de Jubainville (H. d'). Les premiers habitants de l'Europe, etc..., 2e éd., 1894, t. I et t. II.

(4) Cf. : Montelius (Oscar). Les temps préhistoriques en Suède et d. autr. pays Scandinaves ; éd. franç. par Reinach (Salomon) ; Paris, 1895, in-8°.

(5) Cf. Reinach (Salomon). Le mirage oriental, Paris, 1892, in-8° et *Revue Archéologique*, 1892, I, p. 406.

M. Paul PELSENEER

à Gand

## L'ACCLIMATATION DE CERTAINS MOLLUSQUES MARINS [575.2:594]

— *Séance du 6 août* —

La distribution géographique de quelques organismes habitant la terre ferme s'est souvent trouvée brusquement étendue sous l'influence volontaire ou involontaire de l'industrie humaine et, si « l'homme fait le vide autour de lui » (de Sélys-Longchamps), il arrive aussi à peupler assez uniformément des mêmes animaux utiles les divers points du monde où il s'établit.

Plusieurs mollusques *pulmonés* se sont ainsi acclimatés dans des pays très éloignés de leur patrie première.

Mais, pour les animaux *marins*, le phénomène est beaucoup moins fréquent et il est même très rare que des formes aient pu passer d'une rive à l'autre d'un grand Océan, ou d'une mer dans une autre mer distante ou séparée.

On a bien vu certaines espèces s'adapter brusquement dans la même mer et sur la même rive, à quelque distance de son habitat normal : l'huître portugaise *(Ostrea angulata* Lamb.), dans l'embouchure de la Gironde ; d'autres organismes ont aussi pénétré d'une mer dans une mer voisine jointe à elle par un moyen artificiel, comme ce fut le cas pour le canal Empereur-Guillaume (entre la Baltique et la mer du Nord) (1) et pour le canal de Suez (2); ce dernier, notamment, a fait passer *Solen vagina* L. et *Pholas dactylus* L., de la Méditerranée dans la mer Rouge et *Mactra olarina* Phil. *Mytilus variabilis* Kr., *Meleagrina Savignyi* Desch. et peut-être *Murex tribulus* L., en sens inverse.

Parfois même, l'on a observé une acclimatation *temporaire*, comme celle de *Mytilus crenatus* Lam., venant de Bombay, à Portsmouth (3), vers le commencement du siècle passé. Mais les

(1) BRANDT. Das Vordringen mariner Thiere in dem Kaiser Wilhelm Canal, 1896.

(2) KELLER. Die Fauna im Suez-Kanal und die Diffusion der mediterr. und erythraeischen Thierwelt (*Denkschr Schw. Gesellsch. f. die Ges. Naturwiss.*, XXVIII, 1883).

(3) WILLCOX. On the naturalisation in England of Mytilus crenatus (*Rep. Brit. Ass.* 1883.

conditions thermiques très différentes (la température moyenne de l'eau étant inférieure à 10° C à Portsmouth et supérieure à 25° à Bombay) s'opposent à ce que des animaux des mers tropicales se fixent définitivement dans des mers froides; les invertébrés marins sont en effet moins eurythermes que les terrestres.

Au contraire, on a pu constater l'acclimatation définitive du vigneau ou pilot *(Littorina littorea* L.) d'Europe, en Nouvelle Écosse, vers 1857; il y a prospéré et s'est étendu vers le Sud du littoral oriental d'Amérique, jusqu'à New-Haven. Inversement, un Lamellibranche du littoral E. de l'Amérique du Nord a été observé la première fois à l'embouchure de l'Humber en 1864 et y a prospéré aussi : c'est *Venus mercenaria* L.

Pour ces deux mollusques, l'acclimatation a été rendue possible par la similitude des conditions physiques d'existence (notamment de température) sur les deux côtés de l'Atlantique Nord et, si *Venus mercenaria* vit en Amérique jusqu'en Caroline du Sud (à la latitude du Maroc), c'est que, dans cette partie, à latitude égale, l'Atlantique d'Ouest est moins chaud qu'à l'Est.

Un second Lamellibranche américain, ayant la même aire de dispersion originelle que *Venus mercenaria* (depuis l'État de Massachusetts jusqu'à la Caroline du Sud), vient de se fixer sur les rives occidentales du continent européen; elle s'y étend même plus abondamment et plus rapidement que *Venus mercenaria* : c'est *Petricola pholadiformis* Lam. Cette forme vit en très grande quantité sur la côte belge de la mer du Nord, depuis plusieurs années (aux environs d'Ostende; elle n'existait pas avant 1900, ainsi que l'a constaté M. Vital Gilson, qui étudie avec zèle la faune malocologique de la mer du Nord); mais sur les côtes orientales d'Angleterre elle avait été signalée dès 1893 (1) et s'y trouve très abondante, notamment en face de la côte belge, dans le comté de Kent.

Cette espèce semble avoir été importée en Europe avec des huîtres envoyées pour l'élevage.

On connaît de nombreux cas de formes importées se substituant plus ou moins rapidement à des races indigènes. En Amérique, il paraît que *Littorina littorea* d'Europe se substitue localement à *Littorina palliata* Say autochtone (2); en Angleterre, on a signalé la tendance de *Venus mercenaria* à disputer la place à *Cardium edule* L.

(1) *Proc. Malacol. Soc.* t. I, 1893, p. 291.
(2) GANONG. Is Littorina litorea introduced or indigenous? *American Naturalist,* t. XX, p. 931).

Il n'est pas invraisemblable que *Petricola pholadiformis* tende aussi à se substituer à *Pholas candida* L., dont il a la taille, le genre de vie et même l'aspect et auquel il pourrait faire concurrence. Ces deux espèces offrent un exemple frappant de convergence par le même mode d'existence : elles sont toutes deux perforantes.

---



# M. J. COTTE

Chef des travaux pratiques à l'École de Médecine de Marseille


## DES PHÉNOMÈNES DE LA NUTRITION CHEZ LES SPONGIAIRES

[612.39 : 593.6]

— *Séance du 6 août* —

Il est vraisemblable que les Spongiaires se nourrissent en grande partie des particules solides, vivantes ou inertes, qui sont en suspension dans l'eau. J'ai pu constater que les Calcisponges ingèrent avec la plus grande facilité les bactéries (*bacillus mesentericus*) ou les grains d'amidon de riz qui traversent leur système de canaux. L'ingestion est faite par les choanocytes, par un phénomène de véritable phagocytose, et les cellules actives parviennent à englober des proies dont le volume est supérieur à celui de la cellule active. Ce sont également les choanocytes qui s'emparent des particules de carmin et de charbon, aussi bien chez les Incalcaria que chez les Calcaria.

Les substances ingérées, qui ne sont pas alimentaires sont rejetées, par les choanocytes en grande partie. Un certain nombre d'entre elles, cependant, sont cédées aux cellules migratrices, surtout chez les Acalcaria, et sont transportées dans tout l'organisme. Celles qui sont alimentaires sont digérées.

Mes expériences d'alimentation d'éponges calcaires, aux dépens de grains d'amidon ou de bactéries, m'ont montré que ces substances nutritives subissent ultérieurement une attaque profonde à l'intérieur des cellules qui les ont englobées : les grains d'amidon émoussent leurs angles, élargissent leur hile, font apparaître plus vives leurs stries concentriques ; les bactéries sur lesquelles j'ai opéré, et qui avaient la propriété de se colorer en violet par la

méthode de Gram au violet de gentiane et à l'éosine, se coloraient en rouge lorsqu'elles avaient subi pendant un certain temps l'action des sucs intracellulaires. Il n'y a pas le moindre doute à conserver : chez les éponges calcaires la digestion se fait à l'intérieur des cellules à collerette. Chez les Acalcaria le faible volume des cellules à collerette semble leur interdire de jouer un rôle aussi actif; de plus, elles sont beaucoup moins nombreuses, par rapport aux cellules mésogléiques, que chez les éponges calcaires. En outre, chez les Acalcaria, les particules de carmin et de charbon sont cédées aux cellules migratrices après qu'elles ont été ingérées par les choanocytes. Tous ces faits nous prouvent que chez les Acalcaria les cellules migratrices jouent un grand rôle dans la digestion des aliments.

Je viens de dire, et je le souligne, que la digestion se fait à l'intérieur des cellules flagellées ou des cellules migratrices; la digestion est, en effet, intracellulaire chez les Éponges. Elle semble même être strictement intracellulaire; je ne crois pas qu'il y ait sécrétion de sucs digestifs en dehors des cellules. En effet, on voit sur les coupes que les grains amylacés et les bactéries restent intacts tant qu'ils sont en dehors des cellules ingérantes. En essayant de nourrir des éponges avec des fragments volumineux de fibrine de veau, je n'ai pas obtenu le moindre résultat. La fibrine aurait diminué de poids si des sucs digestifs avaient été sécrétés autour d'elle. Il est aisé de comprendre, d'ailleurs, qu'il ne peut guère en être autrement. Nous savons que les éponges sont traversées par un courant d'eau continuel; ce courant est assez actif et, si l'on admettait qu'il y a émission continuelle de produits digestifs à l'intérieur de l'eau circulante, il faudrait admettre aussi qu'il existerait, en pure perte, une intensité de sécrétion qui excéderait de beaucoup celle qu'est en état de produire un organisme vivant.

Les sucs digestifs restent donc intracellulaires. Ils sont riches en diastases. J'ai étudié leur action, et pour cela j'ai employé des moyens différents : étude du suc obtenu par expression de l'animal, de l'extrait glycériné ou du précipité obtenu en ajoutant de l'alcool à du suc d'éponge. J'ai pu ainsi constater que les Spongiaires renferment des diastases capables de coaguler le lait, d'hydrolyser les albuminoïdes : gélatine, ovalbumine, fibrine, caséine, gluten, de détruire et de liquéfier in vitro les bacilles du choléra, d'attaquer l'amidon, quelques sucres, la monobutyrine de la glycérine; j'ai pu déceler aussi la présence de la tyrosinase. Au sujet de la répartition des ferments actifs, j'ai constaté quelques différences suivant les

espèces que j'ai examinées. C'est ainsi, par exemple, que le suc de *Spongelia ramosa* et celui de *Cydonium gigas* ne coagulent pas le lait. Toutes, cependant, renferment un ferment attaquant les albuminoïdes, ferment voisin de la trypsine, basophile comme celle-ci et produisant comme elle de la tyrosine, mais ne donnant pas naissance à du tryptophane.

Au sujet des cellules sphéruleuses, j'ai pu voir que ces cellules prennent naissance aux dépens des cellules mésogléiques des éponges. On voit apparaître à l'intérieur de ces derniers éléments des granulations qui, dans de nombreuses cellules, grossissent graduellement en prenant fréquemment une propriété nouvelle, celle de se colorer avec électivité sous l'influence des colorants dits basiques. Lorsque toute la cellule s'est ainsi transformée, s'est ainsi bourrée de sphérules, elle est devenue cellule sphéruleuse.

J'ai pu suivre son évolution. Je laisse de côté les cellules sphéruleuses qui ont élaboré des lipochromes et que Sollas a désignées sous le nom de chromatocytes. Une fois parvenues à l'état adulte, les cellules sphéruleuses ordinaires se détruisent. Les unes s'émiettent à l'intérieur de la mésoglée, puis les sphérules sont réunies en amas dans la substance fondamentale et lentement rejetées dans les canaux ; on voit faire saillie sur la lumière de ceux-ci des cellules qui s'éliminent en bloc ou qui égrènent graduellement leurs sphérules. Cette dernière évolution de la cellule, cette élimination au au niveau des canaux a une très grande importance chez des éponges comme certaines Monaxonides de la famille des Chalinidæ ou de celle des Renieridæ, qui sécrètent avec abondance des produits visqueux, muqueux, riches en mucine et qui sont formés aux dépens des cellules sphéruleuses.

Passant à l'étude des produits sécrétés, j'ai cherché à éclaircir quelle est la nature des lipochromes, corps qui sont encore si mal connus malgré leur grande diffusion chez les êtres vivants. J'ai poursuivi les expériences de Krukenberg et je suis arrivé, comme lui, à cette conclusion que les lipochromes sont à base de cholestérine.

On connaît mal quelle peut être pour les éponges l'utilité des lipochromes. Il ne m'a pas semblé que la coloration des lipochromes puisse avoir une importance quelconque dans la physiologie des Spongiaires, elle nous intéresse seulement en ce qui concerne la caractérisation des espèces ; aussi je ne crois pas qu'on puisse classer ces corps parmi les pigments, en conservant ce nom de pigment aux seules substances pour lesquelles leur couleur est réellement une propriété physiologique fondamentale. Je les range parmi ces subs-

tances dont on peut dire seulement que ce sont des substances colorées et qui sont des pseudo-pigments.

Il ne m'a pas été possible de voir dans ces substances des corps chargés de lutter contre les radiations lumineuses ou l'acide carbonique, ou d'absorber les radiations lumineuses et de décomposer l'acide carbonique, car on rencontre souvent des lipochromes dans les régions les plus profondes des Spongiaires. Je ne crois pas non plus qu'ils puissent se combiner directement avec certains poisons, pour donner naissance à des composés analogues aux lipochromogènes de Krukenberg; une des principales raisons est que l'existence de ces lipochromogènes n'a pas été constatée chez les éponges.

L'étude de la répartition de ces substances chez les Spongiaires m'a conduit à les regarder plutôt comme des substances de réserve, comparables aux graisses. On trouve en abondance des lipochromes à la surface des éponges ou dans les gemmules, dans certaines larves, chez des éponges en pleine élaboration sexuelle (ceci est à rapprocher d'autres faits bien connus, tels que l'abondance des lipochromes chez l'œuf de poule et les glandes génitales de nombreux Echinodermes), c'est-à-dire au niveau des tissus à croissance active ou susceptible de subir, à un moment donné, un rapide accroissement. Ausssi m'a-t-il semblé que les lipochromes peuvent être rapprochés des graisses, surtout s'il est possible de démontrer qu'ils sont tous des éthers gras de la cholestérine. Les acides gras qui entreraient dans leur constitution seraient directement utilisés pour la nutrition des tissus, tandis que la cholestérine resterait comme résidu.

J'ajouterai que j'ai observé chez *Reniera simulans* l'existence d'acide oléique et sans doute d'acide butyrique. Je ne puis préciser actuellement si ces acides gras étaient combinés à de la glycérine ou s'ils faisaient partie de la molécule des lipochromes.

Au sujet des substances de réserve, je tiens à faire remarquer que je n'ai pas pu déceler la présence du glycogène ni celle de l'amidon. L'amidon avait été cependant signalé bien des fois chez les éponges; je crois pouvoir admettre que les observateurs qui ont commis cette erreur, ainsi que je l'ai fait moi-même au début de mes recherches sur les Spongiaires, ont pris pour des grains d'amidon des sphérules de lipochrome qui s'étaient colorées en bleu sous l'action de l'iode.

L'étude des produits d'excrétion a été faite sur les sucs obtenus par expression de l'animal. Je n'ai pu déceler chez les éponges ni urée, ni acide urique, ni indol, ni scatol, ni indoxyle; par contre une certaine quantité de l'azote résidual est rejetée chez elles sous forme

d'amines qui interviennent en grande partie pour donner à certaines éponges leur odeur désagréable. Je n'ai pas observé de base cholinique libre.

---


# M. P. STEPHAN

Chef des travaux d'histologie à l'École de Médecine de Marseille


## SPERMIES OLIGOPYRÈNES ET APYRÈNES CHEZ LES PROSOBRANCHES

[591.171]

*— Séance du 6 août —*

Les belles recherches de Meves sur la spermatogénèse de la Paludine et du papillon *Pygœra bucephala* ont mis à l'ordre du jour la question de l'existence, chez certains animaux, de deux modes de spermatogénèse. Voïnow chez Cybister et les Papillons, Bouin chez le Scolopendre ont fait connaître la présence de deux sortes d'éléments spermatiques.

On sait qu'il existe, en dehors de la Paludine, de nombreuses espèces de Prosobranches, chez lesquelles on a signalé deux formes de spermies. J'ai étudié leur développement chez quelques-unes de ces espèces. On sait que les deux modes de spermatogénèse diffèrent entre eux à des degrés divers suivant les animaux que l'on considère. Bouin chez la Scolopendre, Voïnow chez les Papillons, n'ont réussi à trouver que des différences de grosseur des éléments cellulaires et de leurs noyaux. Meves chez la Paludine a trouvé la réduction du noyau de la spermatide à un seul chromosome, tandis que chez Pygœra, la destruction de la chromatine devient complète; aux éléments à chromatine réduite, il donne le nom de spermies oligopyrènes; à ceux qui ont perdu toute leur chromatine, celui de spermies apyrènes; les spermies ordinaires sont eupyrènes.

Dans les espèces que j'ai étudiées, les spermies de la forme aberrante rentrent dans la catégorie apyrène, mais à des degrés divers.

Les divisions de réduction sont difficiles à suivre. Chez *Murex brandaris*, les éléments qui doivent donner naissance aux spermies apyrènes se différencient de ceux de la série séminale ordinaire pendant le cours de la période d'accroissement. Leur différenciation ne

consiste pas seulement dans le développement plus grand que prend leur corps cellulaire ; elle est remarquable aussi par la structure que le cytoplosma acquiert de bonne heure : il se produit une vacuolisation considérable. On voit d'abord apparaître une vacuole volumineuse en rapport intime avec l'idiozome ; cette vacuole grandit et d'autres apparaissent ; bientôt le processus a envahi toute la cellule, qui prend ainsi un aspect spumeux.

A une faible distance du noyau, primitivement dans l'idiozome et, plus tard, dans une des travées protoplasmiques qui séparent les vacuoles les unes des autres, on distingue deux corpuscules centraux. Lorsque l'accroissement a pris fin, ces corpuscules centraux se divisent un certain nombre de fois, de façon à former deux petits amas de granulations ; en même temps, les chromosomes se différencient dans le noyau.

Les deux groupes de corpuscules centraux se portent aux deux pôles opposés de l'élément ; les chromosomes se dispersent, sans passer par une phase d'aster bien marquée, entre les différentes vacuoles contenues dans les travées protoplasmiques ; puis ils se rassemblent aux deux pôles et la division cellulaire s'achève par étranglement.

Les spermatocytes de second ordre ainsi formés renferment plusieurs petits noyaux inégaux, provenant à la fois de ce que les chromosomes ne se sont pas tous réunis en un seul noyau et de ce que les noyaux formés peuvent se diviser directement ou bourgeonner. Ces spermatocytes vont se diviser une nouvelle fois, répartissant entre les deux groupes nouveaux de corpuscules centraux les petits noyaux peu modifiés.

Chez *Cerithium vulgatum*, les éléments restant petits, je n'ai pas pu décomposer le petit amas centrosomatique qui se trouve aux pôles des éléments en division. Les chromosomes ne se disposent pas non plus en aster ; ils se répartissent entre les deux cellules et m'ont semblé rester isolés les uns des autres.

Dans les spermatides de *Murex brandaris*, les corpuscules centraux forment à la périphérie une petite plage et de chacun d'eux se développe un cil assez court ; ils s'appuient sur une sorte de coussinet protoplasmique un peu plus colorable et homogène que le reste du cytoplasme. Bientôt chacun des corpuscules centraux s'étire vers l'intérieur de la cellule sous forme d'une petite baguette renflée à ses deux extrémités ; ces baguettes s'accroissent en repoussant devant elles le protoplasme différencié ; pendant l'accroissement, les extrémités internes se rapprochent et se fusionnent, de sorte que l'appa-

reil prend un aspect conique; la pointe se mélange plus ou moins au protoplasma plus colorable, ce qui donne à cette région une teinte foncée. Le cône, en s'allongeant, rencontre la paroi opposée de la cellule et la repousse devant lui, faisant une saillie de plus en plus accentuée; pendant longtemps il restera étroit, jamais plus large que la plage des corpuscules centraux; plus tard, il s'élargira rapidement beaucoup et chacune des fibrilles qui le constituent sera située sous la surface de l'élément. Avec la maturité, les cils se flétrissent et disparaissent; les grains postérieurs deviennent indistincts et semblent plus ou moins se fusionner, de sorte que les fibrilles convergeraient à l'arrière comme à l'avant de la spermie.

Les petits noyaux contenus dans les spermatides se fragmentent et disparaissent en subissant différents modes de dégénérescence, entre autres la caryolyse. Aucun fragment ne se met à aucun moment en rapport avec la partie antérieure du cône centrosomatique.

Chez *Murex trunulus,* lesp hénomènes que l'on observe sont à peu près analogues; mais il n'y a pas vacuolisation du cytoplosma; les éléments adultes sont très volumineux, très longs et très mobiles. Chez *Triton nodifer,* la spermiogénèse semble se rapprocher beaucoup, sauf l'absence de vacuolisation, de celle de *M. Brandaris.* J'en dirai autant de *Nassa mutabilis,* mais ici je n'ai pu arriver à décomposer en corpuscules l'appareil centrosomatique, qui forme un anneau homogène.

Un autre type nous est fourni par *Cerithium vulgatum.* Dans la spermatide nouvellement formée, on distingue, disséminés dans le protoplasma, les chromosomes provenant de la dernière division de réduction; ils ne reconstituent pas un noyau. A ce stade je n'ai pas pu encore retrouver les corpuscules centraux. Mais bientôt on voit un petit amas de grains formés par ces derniers à la périphérie de l'élément. De ces corpuscules centraux partent des cils. Les chromosomes dégénèrent très rapidement, sauf un seul. On distingue dans la cellule un idiozome qui élabore un corpuscule plus colorable, comme chez les spermatides du type normal.

Un peu plus tard, le chromosome qui a persisté forme au devant du groupe des corpuscules centraux, une sorte de petit noyau clair, beaucoup moins distinct que chez la Paludine. L'idiozome se met en rapport avec la partie antérieure de ce petit noyau. Si, d'autre part, on colore les mitochondries, on voit qu'elles forment à ce moment un amas autour de la base des cils, sous forme d'autant de grains volumineux qu'il y a de ces derniers. On trouve aussi, répandus dans la cellule, des grains colorables encore petits.

Les corpuscules centraux s'allongent alors pour former une sorte de cylindre fibrillaire; le petit noyau reste encore à la partie antérieure de cette formation; il se montre un peu plus chromatique dans sa partie postérieure, mais il diminue cependant beaucoup de taille et de netteté; l'idiozome a perdu son contact avec lui et a diminué de volume. Le cylindre dérivé des corpuscules centraux, présente une teinte sombre, due peut-être à ce qu'il est imprégné de la substance des mitrochondries. Les petits grains fortement colorables que nous avons signalés augmentent beaucoup de volume et de nombre, leur présence rendant même l'observation des autres parties plus difficile. Je considère ces granulations comme des différenciations protoplasmiques particulières, différentes des milochondries et des chromosomes dégénérés.

Plus tard, toute trace de noyau a disparu; le cylindre axial, étiré en pointe à son extrémité antérieure, refoule la paroi de la spermatide; les grains colorables encore grossis, se rangent régulièrement autour de cette baguette fibrillaire.

Pendant ce temps, le cytoplasma se rétracte de plus en plus, de façon à atteindre progressivement la forme conique allongée de la spermie adulte. Les grains colorables s'aplatissent alors de façon à former une couche régulière. Les granulations basilaires des cils perdent de leur netteté.

Les spermies du Cerithe commencent donc à se former comme des spermies oligopyrènes de Paludine; puis, toute trace de substance nucléaire disparaissant, les éléments adultes deviennent tout à fait apyrènes. C'est comme éléments apyrènes qu'ils doivent se comporter au point de vue physiologique. Mais, étant données les premières phases de leur évolution, nous pouvons les considérer comme formant une transition entre les spermies oligopyrènes et les spermies plus parfaitement apyrènes de *Murex brandaris* ou de *Nassa mutabilis*. Celles-ci représentent le terme ultime de la série; ici les cils vibratiles n'existent plus que pendant une période transitoire, disparaissent dans l'élément mûr, alors qu'ils sont fonctionnels chez la Paludine et le Cérithe.

Il ne fait aucun doute que les spermies oligopyrènes et apyrènes sont provenues phylogénétiquement d'éléments eupyrènes. Dans cette série, les éléments oligopyrènes sont apparus les premiers, puis des éléments analogues à ceux du Cérithe; enfin des spermies tout à fait apyrènes.

---

M. Pierre FAUVEL

Professeur à l'Université Catholique d'Angers

## LES PRÉTENDUS OTOCYSTES DES ALCIOPIENS (ANNÉLIDES POLYCHÈTES)

[612.858]

— *Séance du 6 août* —

C'est une histoire assez amusante que celle des organes auditifs des Alciopiens. Ces Polychètes pélagiques, remarquables par le grand développement et la structure compliquée de leur appareil oculaire, un des mieux différenciés parmi les invertébrés, se sont vu tour à tour et à différentes reprises, attribuer, puis refuser des organes auditifs.

GREEFF, en 1876, décrivit le premier les otocystes des Alciopiens comme deux vésicules accolées aux yeux et situées un peu au-dessous et en arrière de ceux-ci. Il reconnaît bien qu'à première vue chaque otocyste *ressemble à une grosse cellule;* néanmoins il y découvre une petite capsule ovoïde dont la paroi interne lui paraît revêtue de petites cellules, mais il n'en est pas bien certain; au centre se trouve un gros otolithe sphérique renfermant lui-même de petits corpuscules. Il décrit même un nerf auditif.

HERING (1892) figure encore cet otocyste, qu'il a observé sur le vivant, mais sa description confirme seulement celle de Greeff sans rien y ajouter.

Pourtant, dès 1886, KLEINENBERG avait relevé l'erreur de Greeff, en montrant que le prétendu otocyste n'est autre qu'une cellule glandulaire géante, sécrétant le corps vitré de l'œil.

BÉRANECK, dans un mémoire sur l'œil des Alciopides (1893 *a*, p. 67) confirma l'opinion de KLEINENBERG et montra que le prétendu nerf auditif de GREEFF n'est qu'un faisceau de fibres musculaires disposées transversalement.

Ainsi que j'ai pu m'en assurer moi-même, GREEFF a pris le noyau pour l'otocyste et son gros nucléole sphérique pour l'otolithe. Malgré ce qu'aurait d'étrange la situation d'un otocyste ainsi accolé à l'œil, l'erreur est jusqu'à un certain point explicable car, à un examen superficiel, la paroi épaisse de cet énorme noyau simule une capsule

dont le gros nucléole sphérique, bien isolé au centre, serait l'otolithe. L'espace séparant le nucléole de la paroi nucléaire est finement granuleux. L'aspect de cette cellule géante rappelle surtout certaines grosses cellules nerveuses qui ont égalcment un gros noyau à membrane épaisse et un volumineux nucléole sphérique fortement coloré; mais entre les deux se trouvent des granulations chromatiques plus grosses et plus nettes et la taille du noyau est sensiblement moins forte.

Après avoir ainsi contribué, avec KLEINENBERG, à démontrer la non existence des prétendus otocystes de GREEFF, BÉRANECK crut néanmoins découvrir des organes auditifs chez les Alciopiens et il il consacra un mémoire *(1893)* à leur description.

Chez les jeunes Alciopides « les organes auditifs ne sont pas « inclus dans la paroi du corps, mais se présentent sous forme « d'appendices de ce dernier. Ce sont de petits sacs, plus ou moins « ovoïdes.rattachés à la larve par de courts pédoncules *(fig. 8*,v. aud.); « ils dépendent du premier segment troncal. »

Ces organes sont *pleins,* renfermant une masse plasmique.

L'auteur décrit une paroi formée de deux couches, l'une externe hypodermique, l'autre interne, sensorielle, avec des glandes unicellulaires qui profèrent des granulations chromophiles se déversant dans le milieu plasmique central, otolithes d'une nature spéciale, non calcaires, non réfringents et d'origine glandulaire.

Chez l'*Asterope candida* adulte, il existe quatre sacs auditifs, la première paire appendiculée au premier segment troncal et la deuxième au second segment.

L'auteur décrit longuement et minutieusement la forme de ces organes, la structure de l'hypoderme, des cellules sensorielles, des îlots cellulaires formant des bourgeons de la paroi, au centre de la masse plasmique, et celle des prétendus otolithes.

Aussi conclut-il, avec raison, que les otocystes, les Alciopides s'éloignent de ceux des autres formes animales par leur structure et leur situation.

Ils seraient des organes secondaires, dérivant des cirres parapodiaux transformés et non homologues aux otocystes de la trochosphère et BÉRANECK construit là-dessus toute une théorie sur l'origine des otocystes des Annélides.

Des organes aussi volumineux (leur taille atteint, chez l'adulte, celle de l'œil lui-même) n'avaient cependant pu échapper entièrement à l'attention des auteurs plus anciens.

BÉRANECK lui-même prend soin de nous informer que ces organes,

déjà figurés par Claparède comme de simples cirres tentaculaires, ont été considérés par Greeff comme des réservoirs spermatiques.

S'il avait poussé plus loin ses recherches bibliographiques, il aurait appris que, dès *1860*, Hering avait décrit ces réservoirs spermatiques. Ehlers (*1864*, p. 180) reproduit ces observations et signale ces « *receptacula seminis* » au nombre de 2 ou de 4, suivant les espèces, chez les *femelles à maturité*.

Claparède (*1870*, p. 107), à qui l'opinion de Hering avait paru, *à priori*, improbable, déclare avoir « eu entre les mains (à Naples) « un grand nombre de femelles de l'*Alciopa cantrainii* et de l'*Aste-* « *rope candida*, qui présentaient leurs réceptacles extraordinaire- « ment distendus par la semence ».

Levinsen et Apstein *(1893)* y ont également constaté la présence de spermatozoïdes.

Un peu avant le mémoire de Béraneck, paraissait un nouveau mémoire de Hering, dans lequel cet auteur donne l'historique de la question et, reprenant ses observations de 1860, décrit longuement les poches séminales d'un certain nombre d'espèces.

On trouve, en effet, toutes les transitions entre la simple boule de spermatozoïdes agglutinés, logée entre le pied et le cirre ventral qu'elle colle ensemble et que recouvre le large cirre dorsal, non modifié des *Alciopa Cari*, *A. lepidota*, *A. Bartelsii* et la véritable poche séminale de l'*Asterope candida* formée par le cirre dorsal profondément modifié.

On voit qu'il n'y a plus de doute sur la nature de ces organes, qui ne sont pas des otocystes, mais des poches séminales, n'existant que sur les deux premières paires de parapodes de *la femelle* dont ils représentent les cirres dorsaux adaptés à cette fonction.

Il est même étonnant que Béraneck n'ait pas remarqué que ses prétendus otocystes existaient seulement chez les femelles et manquaient aux mâles, car ceux-ci semblent plus abondants. Sur une dizaine d'*Asterope candida*, provenant de la station zoologique de Naples, je n'ai eu que trois femelles.

Les descriptions de Hering ne donnant aucun détail histologique, j'ai fait un certain nombre de coupes en série dans les organes en question, afin de comparer mes résultats avec la description faussement interprétée de Béraneck.

Réservant les détails pour un travail plus complet en cours d'exécution, je ne résumerai ici que les points principaux.

Les réceptacles séminaux de l'*Asterope candida* femelle et adulte, au nombre de deux paires, ont l'aspect d'une sphère pédonculée,

portant un petit bouton mucroné; ils sont formés par le cirre dorsal hypertrophié. Au-dessous, quelques soies représentent un rudiment de parapode; le cirre ventral, digitiforme, allongé, est assez développé.

Le cirre globuleux est creux et communique avec l'extérieur par une petite ouverture ventrale et un peu postérieure. Les parois de sa cavité sont lobées, froncées, faisant hernie au centre, dans l'axe de l'ouverture.

La cavité anfractueuse ainsi formée est bourrée de spermatozoïdes dont la tête et la queue sont très nettes; ils sont agglomérés par du mucus.

Suivant les régions par où sont menées les coupes, l'aspect est un peu différent.

Sur une section transversale médiane, on voit l'épiderme alvéolaire, à éléments cubiques peu distincts, au-dessous, dans une partie dorsale de l'organe, on trouve du pigment jaune dans une région fibreuse, irrégulière, creusée de vacuoles.

La cavité de l'organe, irrégulière, lobée, est remplie de sperme agglutiné par du mucus éosinophile; au centre, un massif formant îlot est constitué par des cellules nettes, allongées, disposées en couche assez régulière, à noyau très foncé, à cytoplasme fibreux avec fines granulations éosinophiles. Les parties basilaires des cellules forment au centre un stroma.

Les cellules du côté du pédoncule sont disposées en arcades; elles sont allongées suivant le grand axe de l'organe et leurs prolongements basilaires effilés forment les piliers des arcades et semblent se terminer dans les paquets de muscles du pédoncule.

Ce sont les prétendues cellules sensorielles de Béraneck, qui n'ont rien de nerveux et qui sécrètent le mucus agglutinant les spermatozoïdes,

Les cellules de l'extrémité opposée de l'organe sont analogues, mais forment une paroi plus dentelée; le bord libre des cellules est saillant, lobé, déchiqueté, comme rongé; par endroits, il envoie dans la cavité centrale des prolongements irréguliers qui semblent y diffluer.

Ces derniers caractères sont encore plus marqués dans les cellules qui bordent l'ouverture de la cavité interne.

Dans la pointe nucronée, on rencontre quelques cellules sensorielles en rapport avec un filet nerveux.

Ce sont les spermatozoïdes, dont la tête prend une teinte très foncée avec les colorants nucleaires que Béraneck a pris pour des

otolithes. Son pseudo-tissu de la masse plasmique est formé par les queues enchevêtrées des spermatozoïdes et par le mucus éosinophile qui les réunit.

En résumé, les premiers organes décrits chez les Alciopiens comme otocystes, sont des glandes sécrétant le corps vitré de l'œil et ceux que Béraneck a cru ensuite leur découvrir sont des réceptacles séminaux formés par les cirres dorsaux modifiés des premiers segments de la femelle et les Alciopiens sont, en réalité, complètement dépourvus d'organes auditifs.

## Index bibliographique

1893 Apstein. Die Alciopiden der Berliner Zoologischen Sammlung (*Arch. f. Naturgesch.*, LIX Jahr., p. 141-150).

1893 *a* Béraneck. Étude sur l'embryogénie et sur l'histologie de l'œil des Alciopides. (*Revue Suisse de Zoologie*, vol. I, fasc. 1.)

1893 *b* Béraneck. L'organe auditif des Alciopides. (*Revue Suisse de Zoologie*, vol. I, fasc. 3, p. 464-500, 1 pl.)

1870 Claparède. Les Annélides Chétopodes du golfe de Naples. (*Genève*, 1870, 2^e^ partie, supplément, p. 107.)

1864 Ehlers. Die Borstenwürmer. (*Leipzig*, I vol.)

1876 Greeff. Untersuchungen ueber die Alciopiden. (*Nova acta d. K. Leop. Carol. Deutsch. Akad. d. Naturf.*, Bd. XXXIX, n° 2, p. 35-132, pl. II-VII.)

1860 Hering. De Alcioparum partibus genitalibus organisque excretoriis. (*Leipzig.*)

1892 Hering. Zur Kenntniss der Alciopiden von Messina. *Sitzgsber. Kais. Akad. Wiss. Wien. Math. Nat. Cl.*, I Abth., CI Bd., p. 714-768, 6 pl.)

1886 Kleinenberg. Die Entstehung des Annelids aus der Larve von *Lopadorynchus*. (*Zeitschr. f. wiss. Zool.*, XLIV Bd., p. 1-227, 16 pl.)

1885 Levinsen. Spolia atlantica — Om nogle pelagiska Annulata. *Vid. Selsk. Skr. (6) Nat. og. Math. Afd.*, vol. III, 2^e^ part., p. 325-344.)

## M. Louis ROULE

Professeur à la Faculté des Sciences
et Directeur de la Station de Pisciculture de l'Université de Toulouse

---

### LA STATION DE PISCICULTURE ET D'HYDROBIOLOGIE DE L'UNIVERSITÉ DE TOULOUSE

[639 (44.86)]

---

*— Séance du 8 août —*

L'Université de Toulouse possède, depuis le 1er janvier 1903, un vaste établissement nommé : « Station de Pisciculture », et qu'elle a affecté, non seulement à l'aquiculture seule, mais encore à l'étude de tous les problèmes relatifs à l'hydrobiologie régionale : lacs pyrénéens, bassins hydrographiques du versant océanien et du versant méditerranéen. Cet établissement est situé dans l'un des faubourgs de la ville. L'Université le doit à la généreuse libéralité d'un négociant toulousain, M. Antoine Labit. Il comprend un bâtiment et un vaste jardin creusé de bassins.

Le bâtiment, élevé d'un étage sur rez-de-chausssée, renferme à son tour, outre le logement des gens de service, plusieurs pièces à usage de laboratoires, des salles de collection et d'aquarium. Les laboratoires sont au nombre de deux : l'un placé au rez-de-chaussée, est affecté plus spécialement aux recherches de physiologie et de pathologie piscicoles; l'autre, au premier étage, est destiné aux études de systématique, d'embryologie et d'alevinage. Les salles de collection, situées au premier étage, sont également au nombre de deux. L'une, la plus grande, sert aussi de salle de conférences et peut contenir deux cents auditeurs; elle renferme une riche collection d'engins de pêche, d'instruments de pisciculture, de modèles d'établissements piscicoles, exécutés à l'échelle. La plus petite contient une collection complète des poissons des eaux douces de l'Europe occidentale et une collection déjà assez fournie des animaux et des végétaux qui habitent les eaux douces de la même région. L'aquarium renferme, dans ses trente-deux bacs, les principales espèces des poissons comestibles, indigènes ou acclimatés, et des animaux utiles ou nuisibles à la pisciculture.

Le jardin contient onze bassins, alimentés par une dérivation du

canal de Saint-Martory, fournissant trente litres à la seconde; l'eau se décante au préalable dans un grand réservoir et se filtre dans un autre, plus petit. Ces bassins sont affectés à l'élevage des alevins, à l'entretien des reproducteurs, à la conduite d'expériences faites dans des conditions qui rappellent, d'aussi près que possible, celles de la nature; enfin ils servent d'exemples et de modèles pour l'installation d'établissements de pisciculture.

La station est ouverte au public à jours fixes, le premier et le troisième dimanches, le deuxième et le quatrième jeudis de chaque mois, dans l'après-midi. Tout s'y trouve ménagé pour que le visiteur, dans une seule promenade, s'éclaire sur ce qui concerne l'élevage pratique des poissons d'eau douce: étiquettes et indications diverses sont disposées à cet effet. En outre, la station est ouverte tous les jours aux personnes munies d'autorisations spéciales et à celles qui désirent étudier de près les questions de la pisciculture et de l'hydrobiologie. Des leçons publiques de pisciculture pratique y sont données pendant l'été; elles furent suivies, cette année, par cent cinquante à cent soixante personnes.

L'Université de Toulouse, dès l'acceptation par elle de cet établissement, lui a ouvert un budget suffisant pour lui permettre de commencer à fonctionner. Tout porte à penser que les départements de la région, directement intéressés à l'œuvre entreprise, augmenteront ces ressources encore restreintes et assureront le fonctionnement définitif. Cette station est appelée, en effet, à un réel avenir. La nature de son installation, sa situation auprès d'une grande ville qui est un important centre universitaire, lui procurent les moyens d'aider puissamment à développer et encourager l'industrie piscicole, comme à enseigner au public les méthodes pratiques de la pisciculture. De plus, ses laboratoires, ses collections, son aquarium, sa proximité des fleuves et des lacs lui permettent de donner aux naturalistes la facilité d'étudier aisément la biologie des eaux douces, soit au sujet de la science pure, soit en ce qui touche à l'aquiculture et au repeuplement des rivières.

---

M. Louis ROULE

Professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Toulouse

## NOTE PRÉLIMINAIRE SUR QUELQUES FORMES NOUVELLES DE CÉRIANTHAIRES

— *Séance du 8 août* —

Les récents travaux publiés sur les Cérianthaires et, notamment, les excellentes recherches faites par Ed. van Beneden (*Les Anthozoaires de la Plankton-Expédition*, 1898; dans *Ergebnisse der Plankton-Expedition der Humboldt Stiftung*, Kiel et Leipsig) donnent un grand intérêt à la connaissance et à la description de formes nouvelles se rattachant à ce remarquable groupe des Anthozoaires. Il est curieux, en effet, de constater l'existence, dans le plankton superficiel et le plankton abyssal des mers, de types larvaires fort divers appartenant à des Cérianthes, alors que le nombre des espèces connues et l'étendue de leur aire géographique paraissent moins considérables. Ayant eu l'occasion d'étudier des échantillons, dont les uns sont pris dans les collections du prince de Monaco, et dont l'autre (car l'exemplaire est unique) est dû à l'obligeance de M. le Professeur J. Bell, du British Museum, je puis décrire deux espèces nouvelles et augmenter l'aire de distribution géographique accordée à une troisième déjà connue.

Cette dernière est *Cerianthus Lloydii* Gosse. On l'avait recueillie, jusqu'ici, sur les côtes de l'Angleterre, de la Belgique, de la Norvège, dans la Manche et la mer du Nord. Le prince de Monaco l'a draguée par 102 mètres de profondeur, dans une région plus septentrionale. Cette station de dragage porte le n° 997 dans la liste dressée par le Prince; elle est située par 78°22′ de lat. N. et 14°50′ de long. E., au delà du cercle polaire, non loin du Spitzberg.

L'une des espèces nouvelles appartient, comme la précédente, aux collections du Prince de Monaco. On l'a récoltée un peu plus au Sud, vers les îles Lofoden et l'Est de l'Islande, mais à des profondeurs plus considérables, 650 et 1185 mètres. Elle constitue donc, chose importante en l'état des documents acquis sur la distribution bathymétrique des larves de Cérianthaires, une forme abyssale du genre Cerianthus. Elle ne s'écarte pas trop par ses caractères spéci-

fiques de *C. Lloydii*, mais offre plusieurs particularités qui autorisent à l'en séparer. Étant données leurs dimensions, les individus que j'ai examinés avaient pris tout leur accroissement; ils ne possédaient cependant, autour de leur actinopharynx, c'est-à-dire dans la région du corps où les cloisons se trouvent au complet, que 41 de ces dernières. L'état de contraction des exemplaires et des chutes probables, causées par les réactifs, empêchent de connaître avec exactitude le nombre des tentacules. Sur trois échantillons, les mieux conservés, les chiffres des tentacules marginaux furent 18, 22 et 38; ceux des tentacules labiaux furent 38, 40 et 44. Les quantités les plus élevées s'accordent sensiblement avec celles des cloisons. Parmi ces dernières, dix-neuf, plus longues que les autres, descendent jusqu'au milieu de la colonne; six s'y arrêtent et treize vont jusqu'à l'extrémité aborale du corps. Cette espèce est hermaphrodite. Je la nomme *C. Danielsseni*.

La seconde espèce nouvelle ne porte d'autre mention de provenance que la suivante : « Mer intérieure du Japon ». Elle se fait remarquer par de telles particularités qu'elle s'écarte de toutes les espèces de Cérianthes actuellement connues et qu'elle pourrait servir de type à un nouveau genre. Son allure trapue et massive, l'excessif développement de la colonne en largeur (24 à 27 millimètres), par rapport à la longueur (80 millimètres), la distinguent tout d'abord. J'ai compté 123 tentacules marginaux, gros et courts, et 122 tentacules labiaux, presque aussi longs mais plus grêles. Le nombre des cloisons, au niveau de l'actinopharynx, est de 126. Ces cloisons se font remarquer par leur extrême brièveté; la plupart descendent à peine à quelques millimètres au dessous de l'orifice interne du canal actinopharyngien; il en résulte que la plus grande part de la paroi interne de la colonne est lisse, libre, privée de tout appendice septal. Les cloisons les plus longues sont placées dans la région ventrale de l'individu; elles correspondent à $S^3$ de la terminologie proposée par Ed. van Beneden et sont pourvues d'aconties: toutes deux délimitent une bande qui prolonge vers l'extrémité aborale le sulcus (siphonoglyphe *auct.*) de l'actinopharynx. La paroi de la colonne est remarquable par sa consistance presque cartilagineuse et par sa grande épaisseur, plus forte de beaucoup que chez les Cerianthes connus. Cette épaisseur est de un millimètre environ au niveau de l'actinopharynx, de deux millimètres dans les autres parties du corps. Elle est due, pour une part, à la couche mésogléale, mais elle est surtout occasionnée par l'excessif développement de la musculature longitudinale. Cette dernière disposition concorde avec

la brièveté des cloisons; les contractions de l'individu dans le sens de la longueur ne sont point gênées par les insertions septales.

En résumé, cette forme nouvelle offre un réel intérêt par la curieuse persistance de plusieurs dispositions larvaires, jointe à la grande épaisseur de la musculature. Elle constitue, parmi les Cérianthes, un type spécial, auquel je propose de donner le nom de *Pachycerianthus*.

---


## M. Pierre FAUVEL

Professeur à l'Université catholique d'Angers


### UNE EXPÉRIENCE D'ALIMENTATION [613.26]

— *Séance du 8 août* —

Les magnifiques résultats d'endurance physique obtenus par des personnes de ma connaissance et attribués par elles au régime végétarien ayant attiré mon attention sur ce mode d'alimentation, je dus bientôt reconnaître, en effet, que théoriquement, la chimie des aliments et les plus récentes conquêtes de la physiologie leur donnent pleinement raison.

On ne peut, théoriquement, accorder aucune supériorité à la viande au point de vue alimentaire, même en attribuant à l'azote une importance imméritée. En effet, nombre de produits végétaux contiennent plus d'azote que la viande et sont en outre plus riches en fer et en phosphates, sans renfermer, comme elle en abondance, des leucomaînes, des ptomaînes et autres toxines.

On commence ainsi à revenir du préjugé de la valeur exagérée de l'azote.

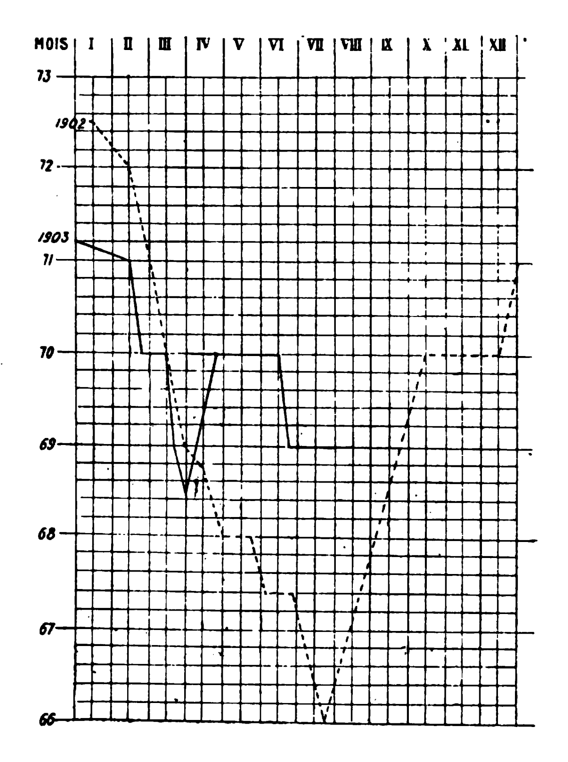
Une sage économie physiologique nous montre que l'azote doit servir uniquement à réparer les pertes des tissus; l'énergie : chaleur et mouvement devant être demandée aux hydrates de carbone et aux graisses.

Il m'a paru intéressant de faire une expérience pratique et d'assez longue durée du régime végétarien, pour me rendre compte de ses effets.

L'expérience commencée en janvier 1902 se continue encore; sa durée est donc actuellement de 19 mois.

Le sujet, jusque-là habitué au régime plutôt carnivore des restaurants, doué d'une excellente santé, âgé de 35 ans, d'une taille de 1m72, pesait au début de l'expérience 72 k. 500 gr.

Son poids, qui depuis l'âge de 20 ans jusqu'à l'année précédente, s'était toujours maintenu entre 68 et 70 k., montrait depuis quelque temps une fâcheuse tendance à l'augmentation.




En appliquant la formule de Gautrelet, le poids devait être théoriquement 68 k. 8 (172 × 0.4). Il était donc dépassé de 3.700 gr. Je ne pense pas, en effet, qu'il y ait lieu d'appliquer la règle d'après laquelle on ajoute 2 k. à 34 ans; 3 k. à 36 ans, etc. A cet âge, chez un homme en bonne santé, prenant un exercice suffisant, le poids ne doit pas augmenter.

Pour rendre l'expérience plus concluante, le changement de régime fut brusque, sans aucune transition et pendant plus d'un mois exclusivement végétarien, c'est-à-dire n'admettant ni lait, ni beurre, ni

fromage, ni œufs, aliments permis dans le régime végétarien suivi ensuite.

Je n'ai pas besoin de rappeler que le mot végétarien a pour étymologie *vegetus*, fort, vigoureux; *vegetare*, croître, prendre de la force, et ne vient nullement de végétal comme on le croit souvent, à tort, par suite d'une consonance malheureuse.

Les premiers jours furent franchement désagréables et, contrairement à ce qu'il en attendait, le sujet éprouva un peu de congestion et d'insomnie, ce qui ne lui arrivait jamais auparavant. Puis, lui qui ignorait complètement ce qu'est un mal d'estomac et qui digérait n'importe quel aliment, il sentait des pesanteurs d'estomac, accompagnées d'une sensation de faim; en un mot, tous les symptômes des gens prétendant ne pouvoir supporter le maigre qui les *bourre* sans les rassasier.

En effet, le sujet, bien que prévenu, avait remplacé tous ses plats de viande par des plats de légumes, et il mangeait trop.

Le remède était facile; la ration fut fortement diminuée et aussitôt la gêne stomacale et la sensation de faim disparurent, le sommeil redevint calme et profond, un grand bien-être se fit sentir.

On le voit, le remède est simple et, si les gens qui prétendent ne pouvoir supporter le maigre l'essayaient, ils verraient bientôt disparaître les mêmes symptômes; mais allez donc persuader à des gens qui se croient morts de faim qu'en mangeant beaucoup moins, ils n'éprouveraient plus cette sensation qui n'est que le résultat d'un estomac trop rempli !!!

Au moment où le sujet mangeait encore trop sa ration, d'après la moyenne de plusieurs déterminations faites à quelques jours d'intervalle, était :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Albuminoïdes | 95 × 4.6 = | 437 | calories |
| Graisses | 40 × 9.3 = | 372 | — |
| Hydrates de carbone | 550 × 4.1 = | 2255 | — |
| | Total | 3064 | — |

tandis que celle d'un témoin, conservant le régime mixte était :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Albuminoïdes | 122 × 4.6 = | 561 | calories |
| Graisses | 67 × 9.3 = | 623 | — |
| Hydrates de carbone | 354 × 4.1 = | 1451 | — |
| | Total | 2635 | — |

On voit que la ration du témoin correspond assez bien en calories à la ration de repos telle que la donne A. Gautier :

| | | |
|---|---|---|
| Albuminoïdes | 108 × 4.6 = | 497 calories |
| Graisses | 49 × 9.3 = | 455 — |
| Hydrates de carbone | 403 × 4.1 = | 1652 — |
| | Total | 2604 — |

Celle du sujet est, en hydrates de carbone, égale à la ration de travail d'A. Gautier :

| | | |
|---|---|---|
| Albuminoïdes | 150 × 4.6 = | 690 calories |
| Graisses | 60 × 9.3 = | 558 — |
| Hydrates de carbone | 563 × 4.1 = | 2308 — |
| | Total | 3556 — |

En albuminoïdes elle lui est très inférieure et inférieure aussi, de beaucoup, à la ration de repos. Comme nombre total de calories elle tient le milieu entre la ration de repos et la ration de travail.

Nous avons vu que cette ration, *trop considérable*, dut être fortement diminuée.

Depuis, je n'ai pas eu, malheureusement, la facilité de faire de nouveaux; dosages néanmoins je ne crois pas m'éloigner de la vérité en disant que la ration quotidienne d'albuminoïdes ne dépasse pas 60 à 75 gr (1). En tout cas nous sommes bien loin des 120 à 130 gr. admis par beaucoup d'auteurs encore classiques et contestés par Lapicque, Maurel, Pascault, etc.

Depuis dix-neuf mois que dure ce régime, si peu azoté, la santé de mon sujet s'est maintenue plus excellente que jamais, sa résistance à la fatigue et sa souplesse musculaire se sont fortement accrues, le système nerveux est moins irritable et les migraines, seule infirmité à laquelle il était sujet de temps à autre, ont complètement disparu.

Nous allons examiner maintenant les variations du poids.

En janvier 1902, le poids, supérieur de 3700 gr. au poids théorique, est de 72 k. 500 gr. Il ne varie guère pendant le premier mois. puis du 12 février au 1er mars il tombe de 72 à 71, puis à 70 vers le 16 mars et à 69 le 25 mars.

Cette chute brusque semble surtout déterminée par la suppression du pain (80 gr.) au petit dejeuner du matin, qui se compose alors seulement d'une tasse de cacao à l'eau (cacao 10 gr., sucre 15 gr.). En 1903, nous verrons une modification analogue à présenter à la même époque sous l'influence de la même suppression temporaire.

Nous sommes alors sensiblement au poids théorique (68.8). Jus-

(1) Le dosage de l'azote des *excreta* indique une consommation d'albuminoïdes oscillant entre 60 à 70 gr., soit, sensiblement, 1 gr. par kilo et par 24 heures.

qu'au commencement de juin le poids reste constant à 68 k. En juin la moyenne est de 67.7, puis en juillet, au moment des chaleurs, et sous l'influence de préoccupations, la courbe s'abaisse à 66 k. A ce moment, le poids primitivement supérieur de 3700 gr. au poids théorique lui est devenu inférieur de 2800 gr. La diminution totale est donc de 6500 gr.

Mais en octobre le poids remonte à 70, chiffre qui se maintient jusqu'au 20 décembre. Dans les dix derniers jours de ce mois la courbe remonte brusquement à 71 k. et le 4 janvier 1903 le maximum est atteint avec 71.2; chiffre inférieur de 1300 gr. à celui de l'année précédente trop fort ainsi que nous l'avons déjà dit.

Nous trouvons ensuite le 12 février : 71 k.; le 25 : 70 k.; le 25 mars : 69 k.; soit exactement le même poids que l'année précédente à la même époque. Nous avons eu également une perte rapide de 2 k., qui semble due à la même cause; mais cette année la courbe, après avoir atteint 68.5 le 31 mars, remonte à 70 le 27 avril, et ce chiffre se maintient jusqu'au 9 juin, puis redescend le 18 juin à 69, et ce chiffre se maintient constant jusqu'au 8 août, malgré la chaleur. C'est presqu'exactement le poids théorique.

En 1903, la courbe a été beaucoup plus uniforme : poids d'hiver aux environs de 71 k.; chute brusque du printemps due à une cause spéciale, moyenne de 70 k., puis moyenne estivale de 69 k. La courbe oscille de 2 kilos environ.

La quantité d'urée excrétée est naturellement faible, elle oscille entre 16 à 20 gr. par 24 heures. En admettant la moyenne de 0.5 par kilo, pour un poids de 70 k. on devrait avoir 35 gr. par 24 heures. Mais déjà Bunge indiquait 67.2 chez un sujet nourri à la viande et 20 gr. seulement avec nourriture au pain, ce qui correspond bien à nos données.

Le sujet ne présente plus jamais de dépôts d'urates, même après un exercice musculaire prolongé et intense.

L'exercice choisi est la bicyclette. Le sujet fait ordinairement, et souvent plusieurs fois par semaine, entre 5 heures et 10 h. 1/2 du matin, une promenade de 80 à 110 kilomètres, à une allure moyenne de 20 kilomètres à l'heure, avec un seul arrêt d'une demi-heure au milieu de la promenade. Pour rendre les trajets aussi comparables que possible, il part avec le vent debout et revient vent arrière.

Un tel exercice, sans avoir rien d'athlétique, représente néanmoins un travail musculaire assez important (1). Dans ces conditions,

(1) Environ 300.000 kilogrammètres.

il ne provoque ni essoufflement, ni courbature, ni raideur musculaire, ni fatigue sensible et permet au sujet de se livrer, comme d'ordinaire, au travail intellectuel, pendant l'après-midi et la soirée, sans se ressentir de sa course du matin.

L'exercice étant fini d'assez bonne heure, il est possible d'effectuer la pesée quotidienne à l'heure habituelle (11 heures du matin), dans les mêmes conditions, et de constater ainsi les variations de poids dues à l'exercice.

Dans ces conditions, pour un trajet de 96 kilomètres (moyenne de 12 sorties), nous trouvons une perte moyenne de 1670 gr. Le lendemain, le poids remonte de 1500 gr. et le surlendemain il est remonté de 1700 gr., soit 100 gr. de plus qu'avant la course.

Celle-ci semble donc donner un coup de fouet à l'assimilation, puis le poids redevient normal.

Si deux courses se suivent deux jours de suite, les pertes de poids ne se cumulent pas et le lendemain de la dernière le poids initial est de nouveau atteint.

La diminution de poids est surtout due à la transpiration, car elle varie beaucoup avec la température.

Pour une série de sorties de 94 kilomètres, effectuées par temps frais, la chute de poids moyenne est de 1200 gr., tandis qu'une série de courses de 100 kilomètres par temps très chaud donne 2140 gr. de perte.

Aussi, le lendemain, le surlendemain au plus tard, la perte est regagnée, et au delà, par l'ingestion un peu plus considérable de boisson, car le régime alimentaire ne varie pas.

Si nous étudions les variations de l'urée par litre, nous avons :

| | |
|---|---|
| La veille | 15 gr. ‰ |
| Après la course | 17 gr. ‰ |
| Le lendemain | 19 gr. ‰ |
| Le surlendemain | 14 gr. ‰ |

Mais l'augmentation n'est qu'apparente et vient de ce qu'après une forte transpiration l'urine est plus concentrée et, ainsi que nous nous en sommes assuré, la quantité totale d'urée par 24 heures n'augmente pas, les légères variations trouvées parfois étant de l'ordre des variations quotidiennes.

Il n'y a pas de surproduction sensible d'urée, ni d'urates, du fait du travail musculaire; donc celui-ci n'est pas exagéré par rapport au régime alimentaire, qui est suffisant, malgré sa faible teneur en azote.

En résumé, dans le cas considéré, le régime végétarien, loin d'affaiblir, comme on le croit à tort, augmente la souplesse et la vigueur, permet un travail musculaire intense, sans fatigue, sans courbature, sans dépôt d'urates, en maintenant le corps en parfait état de santé à son poids théorique.

Les chiffres donnés ordinairement comme ration d'albuminoïdes sont beaucoup trop forts et peuvent être réduits d'un tiers, sinon de moitié.

Si cette ration d'albuminoïdes était trop faible en 19 mois, notre sujet aurait depuis longtemps épuisé ses réserves et nous ne verrions pas son poids se maintenir, malgré un exercice musculaire intense, combiné avec le travail intellectuel, sa santé restant parfaite.

Quand au printemps il se remet à faire 50 ou 60 kilomètres à bicyclette dans l'après-midi, *sans entraînement préalable*, il n'éprouve plus ni raideur musculaire, ni courbature, ni production d'urates, contrairement à ce qui lui arrivait jadis, en pareil cas, avec le régime carné.

---

## M. Gustave LANDRIEU

Commissaire de 1re classe de la Marine, hors cadre

### LA QUESTION DE LA ROGUE

— *Séance du 10 août* —

Il ne semble pas, au premier abord, que cette question, en dépit de son actualité brûlante, soit au nombre de celles qui doivent retenir l'attention d'un Congrès réuni pour l'avancement des Sciences. Aussi avons-nous beaucoup hésité avant de nous décider à vous en entretenir. Mais, à la réflexion, il nous a paru que la pêche, longtemps considérée par un petit nombre comme un sport de vacances et par le plus grand comme un métier basé sur la routine, tendait de plus en plus à devenir une science pour l'enseignement de laquelle une heureuse initiative privée a déjà commencé à créer des écoles.

*Historique.* — Depuis les temps les plus reculés jusqu'à nos jours, et sauf de rares exceptions, la sardine a toujours été pêchée au moyen d'appât.

Les Romains eux-mêmes, s'il faut en croire Appien, se servaient d'un filet dans lequel ils jetaient une pâte composée d'ers et de vin parfumé de myrrhe. D'après Léonides, ils se servaient aussi de feuilles de bettes dont l'*odeur* plaisait beaucoup aux poissons.

Jusqu'au XVII^e^ siècle, on employait en France la *Gueldre*, ou chevrette pilée et salée souvent mélangée à du frai de poisson. Ainsi que son nom l'indique, cet appât est originaire des Flandres.

Bientôt parut la rogue de Norwège, qui fit à la gueldre une concurrence redoutable. C'est en 1658 que le roi Frédéric III accorda à M. Preben d'Ahn le privilège d'établir dans le Nordland, une compagnie pour préparer et recueillir la rogue.

Quelques années après fut édictée l'ordonnance de Colbert de 1681. En son article 12, livre V, titre 1^er^, elle défend d'employer pour la pêche de la sardine de la *résure* ou rogue de mauvaise qualité.

L'usage de la rogue se généralisant en France, une déclaration du roi, en date du 23 avril 1726, renouvelée le 24 décembre 1726, interdit la gueldre dans un but de protection du frai. Le contre-coup de cet acte était de livrer le marché aux Norwégiens.

Dès 1773, un mémoire présenté aux États de Bretagne, insiste sur la nécessité de mettre un terme à l'élévation progressive et exagérée du prix des rogues. Il demande qu'on oblige les Danois à venir vendre eux-mêmes dans nos ports, qu'on leur fixe un prix maximum, qu'on achète sans intermédiaire au moyen d'un fonds provincial, et qu'on les empêche de rembarquer leur marchandise invendue (1). Il n'est pas besoin d'insister pour faire comprendre l'impossibilité d'appliquer de semblables mesures.

*Règlements en vigueur.* — Les décrets du 5 juillet 1853, qui réglementaient par arrondissement maritime la pêche en général, s'occupent accidentellement de la sardine. L'article 132 défend l'emploi de la gueldre et du frai de poisson; l'article 142 permet l'emploi de la rogue « pourvu qu'elle soit de bonne qualité. Celle qui ne remplit pas cette condition est considérée comme appât prohibé et la destruction en est poursuivie ».

Le prix toujours croissant de la rogue porta bientôt les pêcheurs et leurs armateurs à rechercher le moyen de capturer davantage de sardines en employant moins d'appât. Pour atteindre ce but, il suffisait de perfectionner la forme du très simple filet en usage sous le nom de filet ordinaire. Avec l'autorisation et l'appui du Département de la Marine, plusieurs engins furent expérimentés dans le Finistère. D'abord favorables, les rapports donnèrent bientôt des conclusions très prohibitives, pour la raison que ces engins soi-disant flottants se transformaient, sous l'influence du poids du poisson capturé ou des petits fonds, en filets traînants qui dévastaient les fonds sur lesquels ils passaient.

Pour cette raison, le 10 octobre 1878, le Ministre de la Marine réglementa par décret les divers engins en usage. Un premier article déclare permis en tout temps le filet ordinaire, sous réserve qu'il ne dépassera pas 9 mètres de profondeur verticale sur 30 mètres de longueur. Les quatre suivants autorisent l'usage, du 15 octobre à la fin de la pêche de la

(1) L. DE SEILHAC. *La pêche de la sardine*, Paris 1903.

sardine, de : la grande seine Belot, la petite seine Belot, le filet tournant et le filet Erraud, dont ils réglementent l'emploi. Enfin, le dernier interdit absolument l'usage des seines et filets autres.

Ces prescriptions parurent bientôt insuffisantes et, le 4 avril 1882, sur la réclamation des pêcheurs, un décret déclara que : la grande et la petite seine Belot, ainsi que le filet Erraud, doivent être installés en filets flottants et qu'ils sont défendus, à partir de minuit, du 31 décembre de chaque année à la reprise de la pêche.

Toujours à la demande des pêcheurs, ces deux décrets, qui visaient la baie de Douarnenez, furent rendus applicables à celle d'Audierne, le 20 octobre 1882.

Nous arrivons enfin au décret du 21 janvier 1888, qui concerne uniquement la pêche de la sardine et tient tout entier dans deux articles :

« Art. 1er. — Sur le littoral des quatre premiers arrondissements maritimes, en deçà de trois milles à partir de la laisse de basse mer et dans toute la baie de Douarnenez, la pêche de la sardine ne peut être pratiquée qu'à l'aide de filets flottants à nappes exclusivement verticales, connus sous le nom de rêts ou filets à sardines, sardinières, etc... »

« Art. 2. — Ces engins ne sont assujettis à aucune dimension de maille. L'usage en est permis en tout temps ».

*Comment on pêche la sardine.* — Pendant la pêche, le bateau (ou canot) est maintenu debout au vent ou au courant par deux hommes de nage, appelés *teneurs*, qui pèsent sur les avirons, condition indispensable sans laquelle le filet viendrait flotter horizontalement à la surface. Ce filet, dont nous avons indiqué plus haut les dimensions, est d'une ténuité remarquable; pour le rendre plus invisible encore, on le trempe dans un bain de sulfate de fer qui lui donne une couleur semblable à celle des flots. Il est garni à son extrémité supérieure de petites rondelles de liège qui en assurent la flottabilité et se termine par une ligne que tient de la main gauche le patron placé à l'arrière du bateau.

Comme la sardine navigue et vit généralement entre deux eaux, à des profondeurs variables, il s'agit tout d'abord de l'attirer vers la surface, dans les environs du filet, puis de la faire *mailler,* c'est-à-dire se prendre par les ouïes dans une des mailles. Dans ce but le pêcheur lance, de sa main droite restée libre, des poignées d'appât de côté et d'autre du filet. Dès que les premières sardines signalent leur apparition par l'éclat argenté de leurs écailles, il redouble d'efforts et de générosité.

Le jet de l'appât ayant pour objet, non seulement de solliciter la voracité du poisson, mais aussi de troubler l'eau de telle façon que, ne distinguant plus les mailles du filet, il se précipite en aveugle à sa perte, on conçoit dès lors que le meilleur appât sera celui qui, tout en troublant l'eau suffisamment, ne coulera ni trop vite ni trop doucement.

Il semble que nous nous soyons un peu écarté de notre sujet. Il n'en est rien, car il résulte de ce qui précède que nos pêcheurs, pourvus de barques non pontées qui ne peuvent guère s'exposer en haute mer, munis de filets légers que la moindre brise ou le moindre courant empêche de se tendre verticalement, sont presque obligés de se cantonner en dedans de 3 milles et d'appâter le poisson de la façon la plus

sérieuse. Or, comme la gueldre demeure défendue, il ne leur reste que la rogue ou une contrefaçon de ce produit.

## LA ROGUE

D'une façon générale, on entend par *rogue* l'ensemble des œufs de n'importe quel poisson femelle, par opposition avec la *laitance* fécondante du mâle. Ces œufs sont contenus dans deux poches longitudinales formées chacune d'une membrane très légère.

Dans la pratique et parmi les pêcheurs de sardines, on désigne surtout, sous le nom de rogue, des œufs de morue saumurés. Bien que les Vendéens préfèrent de façon presque exclusive la rogue de maquereaux, plus fine, plus limitée comme production et par suite plus chère (1 franc le kilog), on peut affirmer que la rogue de morue est généralement employée.

*Rogue de Norwège.* — Ainsi que nous l'avons vu, les Norwégiens furent les premiers à préparer cet appât, qui devait devenir pour eux une source de richesse; ils y sont demeurés des maîtres incontestés. Sur les lieux de pêche même, les morues sont délestées de leurs œufs, en ayant soin de n'en pas crever l'enveloppe. Ces œufs, convenablement saumurés, sont mis en barils et expédiés le plus généralement à Bergen. Là, ils subissent une opération appelée *repaquage*, qui consiste à les dépoter, à les laver à l'eau salée s'il y a lieu, puis à les remettre dans les barils plus propres avec du sel neuf. Très délicat, ce produit ainsi préparé n'est guère susceptible d'une bonne conservation au delà de deux ans. Il est soumis à deux causes de détérioration : d'abord il s'évente par les trous de respiration percés dans les barils, ce qui lui fait perdre de sa force, ensuite il s'échauffe, ce qui le fait aigrir et le rend impropre à la pêche.

Autrefois, du temps où les transports n'avaient lieu que par voiliers, les pêcheurs ne pouvaient employer que de la rogue de l'année précédente. En effet, rendus à Bergen en juillet seulement, les barils n'étaient réexpédiés qu'en septembre et parvenaient en France en octobre, quand la campagne de pêche était presque terminée.

Aujourd'hui, au contraire, la rogue de l'année arrive à Bergen dès la fin de mars et se trouve transportée sur nos côtes bretonnes en mai ou juin. Bien que l'usage s'en soit généralisé rapidement, un certain nombre de vieux pêcheurs routiniers préfèrent la rogue ancienne au parfum de laquelle ils sont habitués, malgré les risques plus grands de la voir se détériorer avant d'avoir pu servir lors des fortes chaleurs.

L'opération du repaquage sert encore à trier les rogues et à les classer en trois catégories différentes, d'après la qualité, vendues actuellement aux prix suivants par les Norwégiens : 1re qualité, 90 fr. le baril de 130 kil. ; 2e qualité, 80 fr. ; 3e qualité 70 fr. rendue en Bretagne.

*Rogue française.* — Les œufs de morue sont également recueillis par nos pêcheurs de Terre-Neuve et d'Islande et traités d'après le procédé des Norwégiens. Mais, soit que le tour de main manque, soit que la méthode diffère, soit pour toute autre cause, le produit obtenu ne peut pas soutenir la concurrence, en dépit de la prime d'importation de 20 fr. par 100 kil. accordée par l'État français. Bien qu'il soit de belle apparence, on lui reproche d'être trop léger et de ne pas couler assez vite.

Il faut, en outre, tenir compte que le nombre des morues capturées par nos pêcheurs n'est pas assez important pour fournir une grosse quantité de rogue, que la plupart sont prises pendant la seconde pêche, à une époque où le poisson a déjà frayé, et qu'enfin nos morutiers ne rentrant qu'à la fin de l'été, leurs rogues ne sont pas utilisables avant l'année suivante.

*Rogue américaine.* — Dès 1853, quelques barils de rogue furent importés des États-Unis ; mais on leur reprocha une mauvaise préparation et des soins insuffisants. Plusieurs tentatives furent ainsi faites sans succès à des époques différentes. Actuellement les Américains semblent s'y être remis et ils font depuis deux ou trois ans de plus grands efforts, particulièrement à Glocester. Ils ont obtenu une rogue comparable à la Bergen de troisième qualité ; quant à la quantité, on estime que les États-Unis et le Canada réunis pourraient produire, par an, de 40 à 50.000 barils. Reste la question de prix.

*Conditions économiques.* — Autrefois, et jusqu'à ces dernières années, il n'y avait que deux facteurs en présence : d'un côté, l'offre de la Norwège; de l'autre, la demande de la Bretagne. La production étant normale, la question demeurait simple. Mais un facteur nouveau est venu s'introduire sur le marché, dans la personne de l'Espagne et du Portugal.

Sans renoncer à l'emploi de leurs énormes filets qui nécessitent des bateaux plus grands, réunis par groupes et un personnel plus nombreux, les Espagnols et les Portugais — qui n'avaient jamais appâté — se sont mis, eux aussi, à solliciter la sardine au moyen de rogue de morue. De ce chef, la Norwège peut escompter une vente

annuelle de 7 à 10.000 barils. Or, précisément à la même époque, sa production s'est mise à baisser.

Alors que la moyenne annuelle des vingt années, comprises entre 1880 et 1900 était de 41.000 barils, celle des quatre dernières années tombe à 28.000 barils environ, sur lesquels, en 1902, nous en avons acheté 20.000 revendus aux pêcheurs 115, 105 et 95 francs, suivant qualité.

Par suite du manque de pêche d'une part, de la cherté de la rogue d'autre part, la demande de la Bretagne s'élève, pour cette année, à 6.000 barils seulement.

Nous avons vu que la rogue américaine était comparable à la Bergen troisième qualité et qu'un écart de prix de 10 francs seulement la séparait de celle-ci. Cet écart peut-il être fortement abaissé comme il serait nécessaire? Nous en doutons.

D'une part, l'élévation du fret du pays de production en France est plus grande pour les Américains que pour les Norwégiens; de l'autre, les droits de douanes sont de 0 fr. 60 par cent kilogr. pour la rogue de Bergen et de 0 fr. 80 pour celle d'Amérique. En outre, il convient d'ajouter à cette dernière somme une surtaxe d'entrepôt de 3 fr. 80 par cent kilogr., pour transit par un port anglais dans la plupart des cas, tandis que l'importation de Norwège est directe.

Dans ces conditions, il ne faut pas s'étonner que certains esprits chercheurs se soient ingéniés à découvrir un autre appât.

SIMILI-ROGUES

Trouver un produit bon marché, obtenu à l'aide d'une matière première abondante, de fabrication facile, de bonne conservation, et qui se rapproche autant que possible de la rogue comme goût, odeur et apparence : tel est le problème.

*Procédé Caillo.* — En 1818, un négociant du Croisic, qui faisait la presse de la sardine, M. Caillo, posait comme principe certain « que la chair de tous les poissons autre que ceux dits à lard, convenablement préparée, devait donner un excellent appât pour la sardine (1). »

La lettre suivante, que lui adressait le 15 décembre 1818 M. le comte Molé, Ministre de la Marine, nous indique sa façon de procéder.

(1) Caillo jeune. — *Recherches sur la pêche de la sardine en Bretagne.* Nantes, 1855.

« M. des Essarts, ordonnateur de la marine à Lorient, m'a rendu compte des essais que, sur sa demande, vous avez faits au mois de septembre dernier, d'un appât qui pourrait être avantageusement substitué à la rogue, pour la pêche de la sardine.

« Je vois que c'est ce poisson qui fournit lui-même cet appât au moyen d'une préparation qui consiste, après l'avoir fait cuire, à la désosser et à la piler pour en faire une pâte et, quelque peu considérables qu'aient été les produits des deux essais auxquels il a été possible de vous livrer, attendu l'avancement de la saison, ils sont de nature à vous engager à y donner suite, puisque les pêcheurs avec la rogue n'ont pas obtenu de meilleurs résultats.

« La lettre que vous avez écrite à M. des Essarts, qui me l'a communiquée, m'a démontré toute l'importance du bienfait de cette découverte pour les pêcheurs des côtes de Bretagne, si elle prouve les avantages qu'elle promet; je ne puis trop vous inviter à persister dans l'intention que vous annoncez de renouveler vos expériences l'année prochaine.

« Je vous serai obligé, si vous voulez bien m'envoyer une note indicative des procédés que vous avez employés pour la préparation et de ceux que vous croirez les plus convenables pour la conservation de cette nouvelle espèce de rogue et soyez bien sûr que je ne perdrai pas de vue que c'est vous, Monsieur, qui avez le premier, par votre obligeance à vous prêter aux vues de M. l'Ordonnateur de la Marine, contribué à faire trouver à nos pêcheurs, dans leur pêche même, un moyen de l'exercer avec plus de bénéfice.

Recevez, etc...

Dans sa brochure si documentée, M. Caillo jeune ajoute :

« Il est certain que, chez les poissons, les organes du goût sont très peu développés; les substances qui servent à leur nourriture, délayées dans l'eau, introduites dans la bouche, au milieu d'un bain continuel, doivent avoir peu de différence de saveur; mais, en revanche, l'odorat est extrêmement subtil et les preuves ne manquent pas pour le démontrer; il est donc important que l'appât au moyen duquel on veut les séduire et les attirer ait les émanations qu'ils semblent préférer; or, nous savons quelle est l'odeur forte des rogues et nous ne devons pas douter qu'elle n'entre pour beaucoup dans l'action de cette substance sur le poisson. »

Il y a là une indication qui relève de la science des biologistes.

Quoi qu'il en soit, la baisse du prix de la rogue fit négliger la suite de cette première expérience, où la vérité avait été frôlée de bien près, et qui ne tarda pas à tomber dans l'oubli

*Divers essais.* — En 1854, des pêcheurs se servaient avec un certain succès de sable trempé dans un mélange de rogue.

Quelques années auparavant, un pharmacien du Lion-d'Angers avait tenté de broyer des tourteaux de graines de lin et de colza,

mais il se heurta à une résistance opiniâtre de la part des pêcheurs et les résultats de son expérience furent nuls.

Successivement on vit essayer des pâtes dans lesquelles entraient des sauterelles ou des hannetons broyés. Mais, en général, toutes les substances dont on se servit pour obtenir un produit dit *industriel*, péchaient par deux points au moins : odeur désagréable, nombreux principes de fermentation qui se développaient rapidement. Aussi ne voulons-nous retenir que les très rares qui le méritent réellement.

*Rogue hétérogène Ispa et mélange farineux Morvan.* — MM. Morvan et Delasalle avaient inventé vers 1875 une rogue artificielle, dite de Douarnenez, qu'ils modifièrent l'année suivante en y faisant entrer des farines saumurées mélangées à une petite quantité de rogue de Bergen. Ce nouveau produit, baptisé du nom de mélange farineux Morvan, ne donna pas les brillants résultats qu'on en attendait; il se vendait 25 à 30 francs le baril de 120 à 130 kil.

A la même époque, M. Ispa, fabricant de conserves à Douarnenez, fabriqua, sous le nom de rogue hétérogène, un appât composé de tourtaux de graines oléagineuses délayées dans de la saumure ou de l'eau de mer et mélangées à un quart de rogue de Norwège. Le prix des 100 kil. était de 20 francs; la faveur des pêcheurs en étendit rapidement la vente. Pour l'année 1876, il fut consommé 5000 barils de rogue artificielle contre 15000 de rogue de morue, soit un quart, dans lequel la rogue Ispa figure pour 3000 barils et le mélange Morvan pour 1200.

En constatant ce brillant résultat, le rapport au Ministre de la Marine sur la statistique des pêches en 1876 (1), le fait suivre de ces réflexions :

« D'après ces chiffres, la rogue Ispa posséderait aux yeux des pêcheurs une supériorité marquée sur les autres rogues artificielles, quoique les expériences comparatives du cutter *Moustique* et les résultats obtenus par la maison Pellier, d'Audierne, tendent à montrer que cette supériorité est toute de convention.

« De ces comparaisons se dégage un fait acquis, c'est que l'apparition de ces nouveaux appâts sur les marchés a eu pour conséquence heureuse de peser sur les cours des rogues de morue qui nous viennent presque exclusivement de Norwège. L'abaissement du prix des rogues a rendu possible l'armement d'un certain nombre de bateaux qui seraient restés inactifs s'ils n'avaient pu se procurer l'appât qu'aux anciens prix. »

(1) *Revue maritime et coloniale*, 1877.

Pourquoi la rogue Ispa fut-elle abandonnée comme les autres? Nous le verrons bientôt car elle, du moins, ne périt pas tout entière, mais par la simplification qu'on en fit dans un but d'économie.

*Morphirogue.* — Sous ce nom est connu un appât, de provenance Rouennaise, dont l'odeur et le goût décèlent la présence du hareng, mais dans la composition duquel entrent des matières autres que le poisson. On le vendait naguère 35 francs le baril, mais les pêcheurs n'en veulent plus.

*Procédé Bouvais.* — En 1901, M. Henri Bouvais, fabricant de conserves, reprenant — peut-être sans le savoir — l'idée de Caillo jeune, fabriqua dans son usine de l'Ile d'Yeu, une rogue composée de débris de thon cuits, broyés et saumurés. Depuis cette époque il n'a cessé de distribuer gratuitement cet appât aux pêcheurs qui approvisionnent son usine.

*Nos essais.* — En 1902, frappé de la nécessité où se trouvait le pêcheur de ne pas prodiguer la rogue en vue d'une capture que le manque de poisson rendait très aléatoire, nous avons voulu essayer de lui venir en aide. Connaissant de longue date son esprit de routine, sa méfiance invétérée et son insouciance proverbiale, nous voulions mettre à sa portée le moyen de fabriquer lui-même, dans les meilleures conditions, un appât d'un prix absolument infime. Aussi nous sommes-nous attaché à travailler sous ses yeux à lui donner le produit ainsi obtenu et à obtenir pour nos expériences la publicité du *Bulletin de la Marine marchande* (1) dès que nous avons cru avoir obtenu un résultat satisfaisant.

Il suffit de faire passer dans un hache-viande ordinaire, muni d'une vis sans fin, et semblable à celui dont se servent les charcutiers, les divers déchets de fabrication d'une usine de conserves de poissons. Cet appareil, qu'un enfant peut tourner à la main, se termine par une plaque démontable percée de trous de 4 à 5 millimètres de diamètre. A sa sortie, le produit est recueilli dans un baquet contenant un peu de saumure ayant servi à la fabrication et pétri jusqu'à ce qu'il forme une pâte aisément transportable. Cette pâte se conserve très bien, son innocuité est absolue, son odeur saine et sa dissolution dans la mer instantanée. Elle coule avec la même rapidité que la rogue, laissant à la surface de l'eau ce *graissin* trouble nécessaire à la pêche.

(1) *Revue maritime*, novembre 1902.

Trois produits différents ont été obtenus ainsi, qui, tous trois, ont été expérimentés sous nos yeux avec succès :

1° *Thon.* — Opérant avec des déchets d'emboîtage de thon (poisson cuit), on obtient une pâte jaune, dont l'odeur se rapproche davantage de celle de la rogue, mais qui n'absorbe pas assez de sel et reste, par suite, trop légère dans l'eau. C'est la plus facile à travailler.

2° *Sardines et maquereaux.* — Opérant avec les déchets d'étêtage (poisson cru), on obtient une pâte brune, qui prend admirablement le sel, dont l'odeur se rapproche davantage de celle de la rogue, mais un peu trop lourde et trop grasse. D'un travail difficile, il faut y mélanger les recoupes d'emboîtage des mêmes poissons (poisson cuit) pour absorber l'excédent de liquide qui forme une bouillie dans l'appareil.

3° *Mixte.* — Ces deux résultats nous ont conduit naturellement à opérer dans l'appareil même un mélange du tout, qui donne le produit le plus satisfaisant pour les raisons sus-énoncées.

Il faut avoir soin de déboucher souvent l'appareil, en démontant la plaque, car les écailles et arêtes viennent, en s'agglomérant, faire obturateur et entraver la fabrication. Il est, du reste, évident que, dans le cas où on voudrait obtenir une grande production, il faudrait recourir à un appareil plus fort actionné au moyen de la vapeur,

Nous pouvons affirmer que chacun de ces trois produits fait lever la sardine et même la maintient à mailler dans le filet, le troisième surtout. Au pêcheur dépourvu de confiance, il reste toujours la ressource de jeter, de temps à autre, une poignée de vraie rogue ou d'en mélanger avec la pâte, ce qui n'en sera que meilleur pour le résultat de sa pêche.

Il nous est donc aujourd'hui démontré qu'*en utilisant tous les déchets de fabrication d'une usine de conserves de poisson* (vieille saumure, débris d'étêtage, déchets d'emboîtage, qui sont actuellement jetés, donnés, ou vendus à vil prix pour faire de l'engrais) *on peut obtenir un appât efficace et d'une innocuité parfaite.* Il est préférable, quand on veut le conserver longtemps, de faire égoutter le plus possible les débris d'étêtage et d'employer de la saumure ayant servi à la cuisson du thon, car le sang est un élément de fermentation très actif.

Le procédé ci-dessus indiqué est actuellement employé par les

pêcheurs de l'Ile-d'Yeu et par un groupe de Sauzonnais (Belle-Ile). Il a été essayé avec succès par bon nombre de ceux de Concarneau, la Forêt et Douarnenez pendant notre séjour dans ces localités.

*Farine d'arachide.* — Nous avons dit que la rogue Ispa avait été abandonnée par suite de procédés simplificatifs à l'excès. En effet, dans la composition de ce produit entrait une grande partie de tourteaux de graines oléagineuses broyés et un quart de rogue de Norwège.

De diminutions en diminutions, en commençant par réduire, puis supprimer la quantité de vraie rogue, puis la saumure, on est arrivé au procédé économique trop généralement employé aujourd'hui et qui consiste à délayer dans un peu d'eau de mer de la farine d'arachide, qu'on jette ainsi en guise d'appât. Étant donné qu'un sac de 100 kilogr. de cette farine vaut 15 francs, on comprendra combien son emploi est tentant pour le marin.

Ici se présente un nouvel élément de nature à intéresser les biologistes. Des constatations auxquelles nous nous sommes livré sur divers points de la côte, il ressort qu'on trouve dans l'intestin de la sardine environ 90 o/o de farine contre 10 o/o de rogue. Or, cette farine, une fois ingurgitée par le poisson. fermente rapidement. Mal diluée et digérée, elle gonfle et produit une dilatation qui fait éclater le ventre de la sardine soit de suite, soit à la cuisson.

En outre, par temps chaud ou pluvieux, les parties qui avoisinent le col prennent un goût amer des plus déplaisants. De ces inconvénients, qui se révèlent après la vente, le pêcheur se soucie assez peu; mais il en est un autre qui le touche de plus près et auquel il ferait bien de prendre garde. Par temps lourd et orageux, lorsque le calme plat oblige le bateau à rester plus longtemps en mer, ou bien encore lorsque les avirons viennent secouer les membrures sur lesquelles il repose, le poisson qui a absorbé de l'arachide s'abîme beaucoup plus vite que l'autre, par suite de la fermentation rapide de cette farine, d'où une forte diminution du prix de vente.

Pour obvier en partie à ces inconvénients, certains industriels donnent aux pêcheurs, soucieux de la qualité de leur poisson, les vieilles saumures ayant servi à la fabrication, afin qu'ils puissent y délayer leur farine au moins 48 heures à l'avance. Trop rares, hélas! sont ceux qui veulent bien prendre cette petite peine. Pourtant, il suffit de maintenir en observation pendant quelque temps de la farine d'arachide délayée : 1° dans de l'eau de mer; 2° dans de la saumure, pour constater que la première se couvre rapidement de moisissure,

tandis que la seconde ne bouge pas. Encore resterait à démontrer — ce dont nous n'avons pu nous assurer — que le délayage préalable dans la saumure suffit pour neutraliser les ferments de l'arachide et la rendre inoffensive.

Nous n'ajouterons aucune réflexion à ces considérations que nous nous sommes efforcé d'énoncer aussi brièvement que possible. Notre seul but, en vous les soumettant, est de tâcher de vulgariser une question dont l'importance capitale pour notre population maritime de l'Ouest et notre industrie nationale mérite de coaliser toutes les bonnes volontés en vue d'une solution prompte et décisive.

---

## M. Paul PELSENEER

à Gand

### QUELQUES PROBLÈMES ZOOLOGIQUES DE L'ANTARCTIQUE

*— Séance du 10 août —*

Parmi les problèmes de zoologie marine, relatifs à la région polaire australe, on peut signaler les points suivants :

1° La limitation des faunes antarctique et subantarctique ;

2° La circumpolarité de ces faunes ;

3° La question — soulevée par la précédente — de relations géographiques anciennes entre les diverses terres antarctiques ;

4° Les relations de la faune côtière antarctique avec la faune abyssale plus ou moins universelle ;

5° Les relations de la faune antarctique avec l'arctique (théorie de la « bipolarité »).

***

Ces diverses questions sont fort discutées et n'ont pas encore reçu de solution définitive ; et celles au sujet desquelles il reste le plus de doutes, paraissent être surtout la première et la troisième.

1. — Les renseignements sur les faunes antarctiques étant encore assez fragmentaires, il est difficile d'établir déjà, d'une façon précise,

les limites dont il s'agit. Toutefois, la séparation des zones antarctique et subantarctique d'une part et des zones plus tropicales d'autre part, semble se trouver vers une latitude moyenne de 50° S. — où la température superficielle minimum de l'Océan est d'environ + 4° C. et où de multiples changements notables s'observent dans les conditions géophysiques.

Dans cette zone polaire australe serait « subantarctique » tout ce qui n'est pas continent antarctique probable ou îles immédiatement voisines.

2. — Malgré le peu d'étendue de nos connaissances fauniques, il est cependant déjà possible de reconnaître une certaine circumpolarité dans la faune malacologique marine *littorale* de l'antarctique. L'expédition de la Southern Cross a donné, à ce point de vue, des résultats un peu plus nombreux que celle de la Belgica ; d'après les renseignements actuellement réunis, il y aurait une dizaine d'espèces communes au moins à un point de la région antarctique et à un autre point, éloigné, de la région antarctique ou subantarctique.

| | Terre Victoria | Détroit de Gerlache | Shetland (S.) et Orkneys du Sud (O) | Géorgie du Sud | I. Kerguelen | District Magellanique | District Aucklandien |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Nacella ænea* Martyn. . . . . . . | | × | | × | × | × | |
| *Photinula expansa* Sowerby . . . | × | | | × | × | × | × |
| *Pellilittorina setosa* Smith . . . . | × | | | × | × | | |
| — *pellita* von Martens. | × | | | × | | | |
| *Cominella (Chlanidota) vestita* von Martens . . . . . . . . . . . | × | | | | × | | |
| *Neobuccinum Eatoni* Smith. . . . | × | | | | × | | |
| *Archidoris Kerguelensis* Bergh. . | × | | | | × | | |
| *Yoldia Eightsii* Couthouy . . . . | × | | × S | × | | | |
| *Cardita astartoides* von Martens. | × | | | | × | | |
| *Anatina elliptica* King . . . . . . | × | | × S.O | | | | |

Cette circumpolarité de la faune est encore accentuée si l'on considère les formes *génériques* communes.

3. — L'étude des flores antarctiques (Hooker) et de la constitution minéralogique de certaines terres antarctiques (Kerguelen : A. F.

Renard) a depuis longtemps fait naître l'idée que les terres antarctiques étaient jadis plus étendues. Des essais de reconstitution cartographique ont même été tentés (notamment par Forbes); mais il ne paraît pas probable que les trois pointes continentales S. aient été reliées récemment aux terres antarctiques proprement dites. Il est plus probable que Kerguelen et le Sud de l'Amérique aient été dans ce cas. L'examen des lignes isobathes montre que l'Afrique du Sud n'est pas attachée à l'Antarctique par des profondeurs moindres que 3000 m.; les profondeurs au sud des autres continents sont également considérables, quoique moins importantes; mais il y a apparence que les terres antarctiques ont subi un affaissement.

4. — La faune malacologique « côtière » de l'antarctique proprement dit ne renferme pas d'éléments côtiers subantarctiques (par exemple pas d'espèces côtières de l'Amérique méridionale : région magellanique). Les diverses espèces qui ne sont pas spéciales sont abyssables en d'autres points, même très éloignés (Nord Atlantique par exemple). La généralité des formes appartient à des genres abyssaux caractéristiques (récoltes de la Belgica).

La faune abyssale, par suite de certaines analogies avec la faune cotière arctique, fut supposée autrefois avoir une origine polaire. Il est infiniment vraisemblable que c'est au contraire la faune abyssale — plus ou moins cosmopolite — qui a colonisé les deux districts côtiers polaires, où règnent des conditions d'existence « abyssales ».

5. — D'après la théorie de la bipolarité, il y aurait, dans les deux grandes régions polaires de la terre, de nombreuses formes — au moins génériques — identiques, à distribution géographique interrompue sous les tropiques. Les récoltes de la Belgica et de la Southern Cross n'ont pas montré d'espèces de Mollusques marins littoraux communs avec la faune polaire N. — L'étude des autres groupes a donné des résultats analogues; seuls les Bryozoaires ont présenté plusieurs formes communes (qui seront peut-être reconnues cosmopolites dans l'avenir). La « bipolarité » n'est nullement démontrée.

---

## M. le Dr Jean-Paul BOUNHIOL

Docteur ès Sciences
Chef des Travaux Zoologiques à l'École préparatoire à l'Enseignement supérieur des Sciences, à Alger

### RÉGIME RESPIRATOIRE DES POISSONS MARINS VIVANT EN CAPTIVITÉ

[611.2 : 597]

— *Séance du 10 août* —

Quand on veut faire vivre des poissons marins en captivité, on se contente, en général, de les placer dans des bassins ou dans des bacs de capacité variable, où l'eau, renouvelée peu ou point, est aérée à l'aide de trompes imparfaites, dont l'effet, non mesuré, est quelconque et inconnu.

C'est donc l'empirisme le plus complet qui a présidé jusqu'ici aux tentatives d'installation en captivité des poissons et de quantité d'autres animaux marins. De là des insuccès nombreux et fréquents, exception faite de quelques animaux d'une résistance et d'une plasticité spéciales.

Je viens de faire, grâce à une subvention de l'Association française pour l'Avancement des Sciences et aussi à de gros sacrifices personnels, toute une série d'expériences au Laboratoire de pisciculture annexé au Laboratoire maritime du Muséum à Saint-Vaast-la-Hougue. Je publierai prochainement le détail de ces expériences. Je me bornerai à indiquer aujourd'hui quelques-uns des résultats de ces recherches. J'ai étudié spécialement les phénomènes respiratoires présentés par les poissons captifs et voici les résultats généraux enregistrés après des mesures directes et des analyses nombreuses :

*a)* L'eau de mer des bassins, réservoirs, bacs où vivent des Turbots, des Barbues, Soles, Plies, des Brêmes, Colins, Congres, etc., etc., possède une oxygénation irrégulière mais toujours inférieure à l'oxygénation normale de l'eau de mer ordinaire. Et cela malgré une certaine aération continue et un renouvellement de l'eau avec une vitesse d'écoulement variant de quatre litres environ par minute — grand bassin des Turbots — à un demi-litre par minute pour les autres bacs.

*b)* L'activité respiratoire — mesurée par la consommation d'oxy-

gène ou l'excrétion carbonique par gramme-heure — des animaux vivant en captivité depuis des temps variables, est toujours inférieure à l'activité respiratoire normale mesurée comparativement sur des individus récemment capturés de même poids.

Ces deux constatations expérimentales concordent parfaitement et se complètent l'une à l'autre. Elles montrent qu'il s'est établi entre la consommation respiratoire et le remplacement de l'oxygène dans l'eau où vivent ces animaux un régime permanent tel qu'une consommation respiratoire faible est seule possible. Les animaux sont forcés de restreindre leur absorption d'oxygène sous peine de voir l'eau s'appauvrir rapidement et ils sont voués ou bien à une asphyxie partielle permanente, ou bien à l'asphyxie totale rapide.

Dans ces conditions, on conçoit qu'un grand nombre d'animaux, très sensibles à l'asphyxie, ne puissent pas s'adapter, restreindre leur activité respiratoire et qu'ils meurent au bout d'un temps plus ou moins long. On conçoit aussi que ceux mêmes dont la plasticité respiratoire est assez grande pour que l'existence leur soit possible avec une respiration affaiblie, aient leur vitalité plus ou moins atteinte, soient la proie facile de maladies parasitaires ou suppuratives et ne puissent pas se reproduire.

Pour que leur respiration redevienne normale, il faut que le remplacement de l'oxygène de l'eau aux dépens de l'air atmosphérique puisse se faire plus rapidement, aussi rapidement que sa disparition du fait de la respiration. L'un des moyens pratiques pouvant être employés dans ce but consiste, soit dans une introduction suffisante d'air très divisé dans la masse liquide, soit dans un brassage considérable de l'eau, de manière à augmenter, à multiplier les surfaces de contact entre l'air et l'eau. Un moyen simple de vérifier si ces procédés sont suffisants consiste à extraire et à analyser de temps en temps les gaz de l'eau du bassin. Le but sera atteint si l'oxygénation reste constante et identique, toutes choses égales d'ailleurs, à l'oxygénation de l'eau de mer ordinaire.

Les phénomènes respiratoires — malgré leur importance capitale — ne représentent que l'un des éléments du problème de la captivité. Ce problème est compliqué et difficile, certes, mais il ne me paraît pas insoluble.

En introduisant un animal dans un volume limité d'eau de mer, on substitue au milieu naturel indéfini et partout identique à lui-même un milieu artificiel confiné dont la composition va être rapidement modifiée par les échanges biologiques. Il faut donc : 1° assurer à l'animal l'accomplissement régulier de ses fonctions

végétatives (respiration, alimentation, excrétions diverses) ; 2° maintenir constante la composition de ce milieu.

En ce qui concerne l'animal particulier qu'il s'agit de faire vivre, il faut avoir déjà des données précises sur la qualité et la quantité de sa nourriture habituelle, il faut connaître son activité respiratoire aux divers moments de son existence, c'est-à-dire posséder, construite une fois pour toutes, sa courbe respiratoire ; connaître la qualité et la quantité de ses excrétions (urinaires, cutanées, respirations, résidus digestifs, toxines, etc.), et, quand ces divers éléments seront connus pour un animal déterminé, on pourra, dans une masse d'eau de mer connue, grâce à une aération et à un renouvellement d'eau exactement calculés, à un brassage de la masse, grâce peut-être à l'association biologique de plantes ou d'animaux capables de consommer, de transformer, de détruire les excrétions et les toxines de l'animal étudié, maintenir la composition chimique de cette masse d'eau, très sensiblement constante. Les conditions physiques (température, pression, lumière) sont faciles à reproduire artificiellement en général.

Tous les éléments du problème étant préalablement étudiés, mesurés et calculés, il deviendra possible — mais alors seulement — de tenter, avec quelques chances de succès, l'élevage et la reproduction en captivité des animaux marins.

---

M. le Dr Jean-Paul BOUNHIOL

Docteur ès Sciences

Chef des Travaux Zoologiques à l'École préparatoire à l'Enseignement supérieur des Sciences, à Alger

## DES CONDITIONS PHYSIQUES DE LA RESPIRATION AQUATIQUE MARINE [611.2]

*— Séance du 10 août —*

L'eau de mer peut être considérée, pour une latitude et une profondeur déterminées, comme un milieu chimique de composition sensiblement constante. Des animaux et des plantes vivent dans ce milieu et leur respiration tend à le modifier incessamment :

1° Par une consommation graduelle de l'oxygène dissous ;

2° Par un apport permanent d'anhydride carbonique qui transforme en bicarbonates une proportion toujours plus grande des carbonates neutres déjà existants.

Pour qu'un certain équilibre puisse se produire, il est nécessaire qu'un régime permanent s'établisse entre la consommation et la redissolution de l'oxygène d'une part, entre la production et la dissociation des bicarbonates d'autre part.

Je vais examiner dans quelles conditions ce double régime permanent peut s'établir dans l'eau de mer superficielle. Je considérerai comme constituant l'eau de surface toute la couche liquide oscillant sous l'influence des marées et brassée par les vagues, c'est-à-dire une couche de quinze mètres d'épaisseur environ. J'examinerai séparément le cas de l'oxygène et celui de l'anhydride carbonique.

I. Oxygène. — L'oxygène existe dans l'eau de mer à l'état de simple dissolution physique. La quantité de ce gaz qui s'y trouve à un moment donné est donc simplement régie par les lois connues de la dissolution et de la diffusion.

Je négligerai volontairement, dans ces brèves considérations, la quantité d'oxygène fournie à l'eau de mer par les plantes vertes qui vivent sur les côtes dans la zone superficielle suffisamment éclairée (zostères, algues, etc.). Cet apport d'oxygène est faible. Il ne saurait d'ailleurs exister que dans la zone superficielle littorale et disparaît au large. Dans l'établissement du régime permanent qui aboutit à maintenir constante en dissolution une certaine quantité d'oxygène, je n'envisagerai que deux facteurs principaux : sa consommation par les organismes vivants de tout ordre et sa redissolution aux dépens de l'air atmosphérique. Si dans le même temps la quantité consommée dépasse la quantité redissoute, le milieu s'appauvrit ; si l'inverse se produit, le milieu s'enrichit ; si ces deux quantités sont égales, l'équilibre n'est pas troublé et l'oxygénation de l'eau reste constante.

Dans la nature les deux premiers cas se réalisent rarement et d'une manière toujours transitoire. Le troisième cas, au contraire, est le cas normal.

La couche superficielle de la mer est en contact immédiat avec l'atmosphère et l'oxygène de celle-ci s'y dissout avec une vitesse qui varie avec la température, avec l'étendue de la surface de contact, avec la pression propre du gaz dans l'air et dans l'eau. Si on suppose invariable la température, la surface de contact, la pression propre de l'oxygène de l'air, on voit que sa vitesse de dissolution sera

réglée par l'abaissement de sa pression propre dans l'eau, c'est-à-dire par la consommation respiratoire.

Supposons maintenant constantes la température, la pression aérienne du gaz et la consommation respiratoire et faisons varier la surface de contact. La vitesse de dissolution variera comme cette surface et, pour une consommation déterminée, la seule surface libre de l'eau en équilibre se trouvera suffisante ou insuffisante pour assurer le remplacement de l'oxygène disparu, les autres facteurs ne changeant pas.

Le premier cas se présente dans la nature, dans les bassins, les lacs, les étangs, les eaux stagnantes et même les cours d'eau de faible pente et de faible vitesse, c'est-à-dire, d'une manière assez générale, pour le milieu aquatique d'eau douce. Ici, la surface libre suffit à alimenter la respiration des organismes qui y vivent.

Le second cas est réalisé par le milieu aquatique marin, où la couche superficielle n'est jamais au repos. Les marées brassent cette eau, le vent et la vague la pulvérisent, y introduisent une véritable émulsion d'air et d'eau, multiplient et renouvellent à l'infini les surfaces de contact et permettent le renouvellement rapide, presque instantané, de la moindre quantité d'oxygène perdue par le liquide.

J'explique par ce fait pourquoi on trouve chez les animaux d'eau douce une activité respiratoire inférieure à celle des animaux marins les plus voisins. Il ne s'agit pas là d'une différence dans l'oxygénation de l'eau à un moment donné; l'eau douce et l'eau de mer contiennent en effet sensiblement la même quantité d'oxygène; il s'agit du renouvellement de l'oxygène respiratoire disparu; ce renouvellement n'est possible que lentement dans le premier cas; il est, au contraire, possible rapidement dans le second.

J'expliquerai encore ainsi pourquoi les œufs flottants, les larves, certains poissons comme la sardine, le maquereau et tous les animaux pélagiques, ne peuvent pas être conservés vivants en captivité, c'est-à-dire dans une eau à renouvellement oxygéné lent. La consommation dépasse rapidement le remplacement, le taux de l'oxygénation baisse et les animaux, très sensibles à cette asphyxie partielle, meurent.

II. Anhydride carbonique. — L'anhydride carbonique n'existe pas dans l'eau de mer à l'état de simple dissolation. Il y existe entièrement à l'état combiné sous forme de carbonates et de bicarbonates. La pompe à mercure à froid n'extrait point de gaz carbonique de l'eau de mer. Pour obtenir par le vide celui qui y existe à

l'état de bicarbonates, il faut chauffer de manière à dissocier ceux-ci. La proportion de bicarbonates est variable, mais il est à remarquer que, dans l'eau de mer, il n'existe jamais assez de $CO^2$ pour transformer tous les carbonates neutres en bicarbonates. La fixation de l'acide carbonique sur les carbonates se produit suivant la réaction simple :

$$\underset{\text{Acide carbonique}}{CO \left\langle \begin{matrix} OH \\ OH \end{matrix} \right.} + \underset{\text{Carb. neutre}}{CO \left\langle \begin{matrix} OM \\ OM \end{matrix} \right.} = 2 \underset{\text{Bicarbonate}}{\left[ CO \left\langle \begin{matrix} OM \\ OH \end{matrix} \right. \right]}$$

M étant un élément monovalent et les équilibres relatifs à ces composés sont régis par les lois de la dissociation des carbonates et de la diffusion.

Comme précédemment, je ne considèrerai dans l'établissement du régime permanent relatif à l'anhydride carbonique, que sa production respiratoire par les organismes et la dissociation des bicarbonates, suivie de la diffusion dans l'atmosphère du $CO^2$ en provenant. Je négligerai la consommation d'anhydride carbonique faite par les plantes vertes et par quelques animaux à certaines saisons pour la couche superficielle, et la production de $CO^2$ par les fermentations diverses et les volcans sous-marins, dans les grandes profondeurs.

La dissociation des bicarbonates dépend de la température, la diffusion du $CO^2$ produit dépend de la tension propre de ce gaz dans l'air situé au-dessus de l'eau et de l'étendue de la surface diffusante de contact. Si donc, pour une température donnée, la tension de dissociation des bicarbonates est supérieure à la tension propre de l'anhydride carbonique dans l'air, une dissociation permanente se produira et elle sera d'autant plus rapide que la surface de contact sera plus grande. La production respiratoire de $CO^2$ reforme incessamment les bicarbonates dissociés et, si un obstacle s'oppose à la diffusion suffisamment rapide de l'anhydride carbonique de dissociation (insuffisance de la surface de contact avec l'air), on comprend que le $CO^2$ respiratoire s'unira avec les carbonates neutres et que la proportion des bicarbonates ira graduellement croissant, les carbonates neutres étant progressivement transformés. Il pourra arriver même que, tous les carbonates ayant été transformés en bicarbonates l'anhydride carbonique respiratoire s'accumule dans l'eau à l'état de simple dissolution.

Ce cas ne se présente presque jamais dans la nature. Il y a toujours dans l'eau de mer, sous toutes les latitudes et aux faibles profondeurs, une proportion de carbonates neutres non transformés en

bicarbonates, capables, par conséquent, d'absorber chimiquement le $CO^2$ respiratoire pendant un temps plus ou moins long.

Il est remarquable, d'ailleurs, de constater expérimentalement que la présence de l'acide carbonique dans l'eau ne commence à devenir une gêne pour la plupart des animaux marins que lorsque les carbonates sont saturés et que le gaz commence à être retenu à l'état de dissolution simple. Les bicarbonates sont indifférents, l'anhydride carbonique libre peut devenir nuisible ou toxique.

Comme tout à l'heure, pour la dissolution de l'oxygène, on voit que le départ de l'anhydride carbonique sera d'autant plus rapide que la surface diffusante sera plus considérable. Mais la présence d'une certaine quantité de carbonates neutres toujours disponibles, pouvant absorber chimiquement le $CO^2$ respiratoire et le transformer en composés indifférents, rendra les animaux insensibles à une rétention momentanée, souvent fort longue, de l'acide carbonique dans l'eau, tandis qu'ils seront très sensibles à un appauvrissement, même de peu de durée, de cette même eau en oxygène.

Et j'expliquerai ainsi pourquoi les animaux marins sont, en général, beaucoup plus sensibles au manque d'oxygène qu'à l'accumulation de $CO^2$ dans le milieu respiratoire, à tel point qu'on a pu dire, pour un certain nombre d'entre eux, que le facteur asphyxique unique, capable de déterminer la mort, était le manque d'oxygène.

Tout ce qui précède s'applique à l'eau de mer de surface. Il est clair que, les couches profondes n'étant jamais mises au contact de l'atmosphère, les échanges gazeux entre celle-ci et celles-là, ne pourront jamais s'effectuer directement. Ces échanges se produisent de proche en proche par diffusion, diffusion descendante pour l'oxygène, diffusion ascendante pour l'anhydride carbonique; mais le mécanisme essentiel de ces échanges gazeux sera le même que dans le cas précédent.

***

L'expérience montre que les animaux aquatiques peuvent posséder, les uns, une activité respiratoire variable, les autres, une activité respiratoire constante.

Celle des premiers est capable de variations assez étendues et facultatives dans un temps relativement court. Ces animaux peuvent vivre et respirer indifféremment dans tous les milieux aquatiques, eau douce et eau salée, eau agitée et eau stagnante (quelques Crabes, un grand nombre d'Annélides, des poissons tels que l'Anguille, le Saumon, etc., etc.).

Dans le cas des animaux à activité respiratoire constante, celle-ci peut être faible ou considérable et exiger, entre l'eau et l'air, des échanges gazeux lents ou rapides. Le premier cas sera celui des animaux d'eau douce, le second celui des animaux marins.

Et si, pour les premiers, la substitution du régime actif au régime lent peut ne pas avoir d'inconvénients, il n'en est pas de même pour les seconds. La substitution d'un régime ralenti à un régime intense amènera fatalement une asphyxie partielle, et c'est précisément le cas où l'on s'est placé jusqu'ici toutes les fois qu'on a voulu faire vivre des animaux marins en captivité.

La captivité, inoffensive en général pour les animaux d'eau douce, sera presque toujours rapidement fâcheuse pour les animaux marins de surface.

Est-ce à dire qu'il sera toujours impossible ou très difficile de faire vivre ces animaux en liquide confiné ?

Je crois, au contraire, que, lorsque le problème de la captivité sera suffisamment étudié au triple point de vue respiratoire, alimentaire et excrétionnel, on pourra parfaitement réaliser artificiellement et d'une façon permanente, les divers milieux aquatiques naturels et y faire vivre, se développer et se reproduire tels animaux que l'on voudra. Il suffira pour cela de remplacer l'empirisme par l'expérimentation méthodique, de mesurer et de calculer, aussi exactement que possible, les divers éléments du problème.

---


## M. H. MÜLLER

Bibliothécaire de l'École de Médecine et de Pharmacie de Grenoble


---

### DÉCOUVERTE ET FOUILLE D'UNE STATION NÉOLITHIQUE DANS LES GORGES D'ENGINS (ISÈRE) [571.2]

— *Séance du 5 août* —

De *Sassenage* à *Lans*, la route pittoresque qui côtoie la rive droite du *Furon* contourne les pentes cultivées ou boisées qui la dominent.

A partir du 17[me] kilomètre (de Grenoble), à *Engins*, la vallée, très encaissée, serpente, ainsi que le torrent, entre de beaux escarpements calcaires, où parfois la route dispute sa place au *Furon*.

Du 18me au 20me kilomètre, de nombreuses grottes et abris sous roche se montrent à diverses hauteurs, çà et là, dans les assises rocheuses.

Quelques cents mètres avant le village de l'*Olette*, deux corniches parallèles contournent les rochers des deux rives; celle de gauche est la plus importante. Toutes deux sont dues à l'érosion, à l'effritement d'une assise calcaire plus tendre que ses voisines et sur laquelle les charrois glaciaires et les intempéries ont eu plus d'action.

Mon collaborateur, M. Flusin et moi, nous avons opéré des sondages partout où ces corniches présentent des retraits accentués pouvant servir d'abris.

Un seul point, situé à environ 200 mètres du moulin *David*, nous a donné quelques résultats. Cet abri, le plus important, domine le torrent d'environ 15 mètres; il mesure à peu près 20 mètres de long sur 3m,50 en son point le plus large. Au bord de l'abri, la roche surplombe à 2m,50 et au fond elle n'est que de quelques décimètres au dessus du sol.

Le rocher affleurait, vers le sud, tandis que vers le nord de l'abri, il était recouvert d'une épaisseur de terre de plus de 0m,50.

Tout naturellement, la partie la plus commode et la mieux abritée de la station nous a donné le plus grand nombre d'objets; un certain nombre de silex ont été trouvés sur la roche même, épars au milieu de faibles traces de foyer. La couche stérile sous le gazon avait de 5 à 15 centimètres d'épaisseur.

Voici le détail des silex exhumés :

Une grande lame grossière, en silex gris, de 125 m/m de long.;
15 lames de 50 à 75 m/m, irrégulières, en silex blanc, rouge, gris et noir;
30 lames de 30 à 45 m/m de même facture;
130 lames très petites ou fragments, de diverses couleurs, également de facture grossière;
3 petits *nuclei*;
26 gros éclats ou lames frustes dont 12 portent des traces manifestes d'usage;
75 gros éclats de taille, environ 100 très petits et enfin une pointe lancéolée, à talon façonné en grattoir convexe, de 60 m/m de long; 7 grattoirs (?) convexes; 2 grattoirs concaves et quelques os d'animaux.

Deux des grattoirs convexes sont très réguliers; le plus petit est remarquable par son exiguité (17 × 20 m/m) et la régularité de ses courbes.

Certaines lames montrent des crans accentués, témoins d'un emploi sérieux.

D'autres présentent à peine quelques minuscules éclats, provenant sans doute bien plus de leur contact avec des grains de sable et les graviers du sol, que d'un usage réel. On peut, du reste, trancher les cuirs et les chairs maintes fois avec le même silex, sans l'ébrécher; l'absence d'éclats sur une lame n'est pas une preuve de non emploi.

Pour les silex qui nous occupent, le tiers environ des lames et des grands éclats présentent des traces manifestes d'usage.

Les éclats de taille, relativement nombreux, indiquent que le silex employé était surtout local; on le rencontre, en effet, en abondance dans le pays, mais en général impropre à la taille. Les torrents ont fourni leur contingent de rognons siliceux, bien reconnaissables à la croûte craquelée, particulière aux silex roulés, que nous avons remarquée sur un certain nombre d'éclats de taille.

Nous n'avons rencontré, au cours des fouilles, que deux percuteurs bien nets, l'un calcaire, l'autre siliceux.

Les débris d'animaux étaient surtout représentés par des os longs et des mâchoires de marmottes, dont nous avons recueilli 31 incisives inférieures, 27 supérieures (quelques-unes de forte taille). 12 fragments de mâchoires et 8 molaires. La marmotte a disparu depuis longtemps de la région, on retrouve fréquemment ses ossements avec ceux de l'ursus spelaeus dans les mêmes grottes.

Les autres os, tous en miettes, de bovidés, de capridés et d'ovidés (?), étaient en très petit nombre; le poids total des os recueillis s'élève à peine à 450 grammes.

Nous n'avons pas trouvé de fragments de défenses de sangliers, ni de bois de cervidés.

La terre contenant les silex (environ 8 m. c.) a été soigneusement tamisée. Deux boutons ornés, en cuivre (style Louis XVI), assemblés en jumelles par un anneau, sont les seuls objets intéressants rencontrés dans les couches supérieures.

## CONCLUSIONS

Il y a plusieurs indications à tirer de l'examen de cette petite station.

C'est la première découverte de ce genre faite dans cette vallée, sur laquelle on possède peu de documents archéologiques au delà du moyen âge.

Quoique cette immense faille, encaissée entre de hautes montagnes, ait servi et serve encore de drain naturel aux eaux du

massif qui l'entoure, on peut espérer rencontrer des habitats préhistoriques dans les abris accessibles à quiconque venait des plateaux voisins plutôt que des bas fonds.

A environ 40 kilomètres de là, plus au sud, toujours dans le *Vercors*, une deuxième station a été signalée près du tunnel de *Bobaches*. M. Flusin et moi nous l'avons déjà étudiée et comptons pouvoir la relier à celle de l'Olette; de plus, en tenant compte que les grands bois, surtout ceux de conifères, ce qui est le cas pour la région, sont d'un parcours facile; on est en droit de compter sur de nouvelles découvertes échelonnées entre les deux.

La caractéristique de la station de l'Olette est tout entière dans la pauvreté du mobilier; en effet, pas de haches, pas une seule pointe de flèche, aucun poinçon en os et pas de poterie, sauf trois fragments minuscules dont deux sont post-romains et le troisième probablement contemporain de cette période. Notre conviction est qu'il y a bien eu là une station néolithique, mais du début de cette période, avec une population peu développée à tous les points de vue, ayant suivi de près le retrait glaciaire.

Il faut croire que les chasseurs de marmottes se rendaient sous l'abri fouillé pour y préparer leurs repas : le voisinage du torrent, jamais à sec, était précieux, comme aussi le facile accès de la station, soit par le haut, soit par le bas.

Nous croyons, M. Flusin et moi, n'avoir trouvé là qu'un abri temporaire, indice d'un habitat plus important que nous allons chercher, soit dans les grottes, soit sur les sommets des coteaux voisins.

Cette fouille, qui a demandé quatre jours de travail avec trois hommes, a été menée à bonne fin, grâce à l'appui de l'Association.

---

## M. Charles GUILLON et M. l'abbé TOURNIER

### GROTTE DE LA TESSONIÈRE, A RAMASSE, CANTON DE CEYZÉRIAT (AIN)

[573,81 (44.4)]

*— Séance du 5 août —*

La grotte de la Tessonnière est située sur le premier plateau du Jura qui s'allonge du nord au sud entre la rivière d'Ain et la plaine de la Bresse et qu'on appelle le Revermont.

Les fouilles sommaires que nous avons exécutées au commencement de juillet à l'entrée de l'excavation ne nous permettent pas de nous prononcer sur l'importance de cette station. Tout fait prévoir qu'une exploration complète, soit en profondeur, soit en longueur, donnerait des résultats importants, soit au point de vue de la faune quaternaire, soit au point de vue de l'homme préhistorique; mais, pour le moment, nous devons nous borner à exposer d'une façon claire et précise les observations relevées et les trouvailles faites dans cette exploration préliminaire.

Voici d'abord la coupe des terres de remplissage telle qu'elle résulte de la première tranchée poussée jusqu'à 2m70 de profondeur, sur toute la largeur de la grotte :

1° Terrain argileux noirâtre entremêlé de blocs calcaires tombés de la voûte ou apportés du dehors avec petits ossements de la faune actuelle et fragments de poterie noire intérieurement et rougeâtre extérieurement. De plus un petit silex du genre lame à dos retouché, à la profondeur de 0m90. . . . . . . . . . . . . Épaisseur totale. . . 1m40.

2° Terre argileuse jaunâtre mélangée de graviers calcaires avec magmas stalagmiteux empâtant des ossements quaternaires fragmentés et indéterminables. Cette couche a fourni notamment une dizaine de silex avec quelques autres éclats de moindre importance. . . Épaisseur 0m80.

3° Cailloutis jaunâtre formé uniquement des détritus de la voûte et des parois, d'épaisseur inconnue. Il a été exploré jusqu'à la profondeur de. . . 0m50.

D'après ces indications, on peut présumer que la Grotte de la Tessonière a servi de repaire aux carnassiers de l'époque quaternaire; les fragments d'os trouvés dans le magma indiquent une piste qui peut conduire à un amas important probablement dans les parties reculées de la caverne. Ensuite elle a été visitée et habitée momentanément par l'homme de cette époque. Il serait intéressant de retrouver d'autres vestiges pour fixer l'âge des silex et déterminer s'ils appartiennent à l'âge de la Madeleine ou à l'âge du Moustier.

Une telle exploration, étant donné le remplissage de la caverne, entraînera des frais considérables et nous serions heureux de voir les savants de l'Association française encourager nos travaux et s'intéresser à ces fouilles qui peuvent contribuer d'une façon importante à la reconnaissance du quaternaire et du préhistorique dans le département de l'Ain.

ABRIS DES BORDS DU SURAN

Les abris et les grottes de Meyriat, autre localité du canton de Ceyzériat, sur les bords du Suran, ne nous ont livré que des vestiges relativement modernes et ne nous ont pas donné les résultats que nous attendions. Nous ne mentionnerons que pour mémoire des fragments de poterie grossière associés à des ossements de sangliers et de boucs dont la date moderne n'a pu être fixée. Dans ce pays, la rivière est à sec pendant tout l'été et certainement le manque d'eau fut le principal obstacle à l'établissement des hommes préhistoriques.

---

M. Paul SÉBILLOT

à Paris

## LES TRADITIONS POPULAIRES EN ANJOU [398.3(44.18)]

— *Séance du 6 août* —

Il y a quelques années, l'éminent historien, Arthur de la Borderie, qui s'était toujours vivement intéressé au mouvement traditionniste dans l'Ouest, me témoignait la surprise qu'il éprouvait en constatant que l'Anjou n'y prenait qu'une part très restreinte et il me demanda si vraiment ce beau pays, dont le rôle historique a été considérable et qui présente, en même temps que des monuments remarquables, des accidents de terrain variés, devait être considéré comme dépourvu de contes, de chansons et de légendes. Je lui répondis que je n'en croyais rien et que j'étais persuadé qu'un explorateur zélé et persévérant pourrait y faire de précieuses découvertes; et j'ajoutai que l'on avait recueilli dans cette région, à différentes époques, des faits légendaires en assez grand nombre pour permettre d'affirmer qu'on y trouverait encore bien des choses intéressantes. Comme il pensait, avec grande raison, que rien n'est plus suggestif que les exemples, il me pria de songer à écrire, pour la petite Bibliothèque bretonne, à laquelle je venais de donner trois volumes de légendes de la Haute-Bretagne, un ouvrage conçu sur le même plan que la *Littérature orale de l'Auvergne*, composée quelques années auparavant. Dans

ce livre, formé surtout de morceaux déjà imprimés, mais dispersés dans cinquante publications, je montrais que le folk-lore de cette contrée montagneuse était très curieux, bien qu'on n'eût guère fait que l'effleurer, et que, là comme bien ailleurs, c'étaient les ouvriers qui avaient manqué à la moisson.

Je me mis à l'œuvre et je pus, à l'aide d'une bibliographie angevine que j'avais préparée pour une Bibliographie générale de la France légendaire, arriver à réunir les éléments d'un volume; il n'était pas très gros à la vérité, mais démontrait l'existence en Anjou d'un folk-lore intéressant, et il constituait en somme un recueil de textes qui aurait pu servir de questionnaire en exemples et rendre plus facile la tâche de ceux qui auraient voulu entreprendre une enquête dans ce pays. La mort de M. de la Borderie, des occupations plus urgentes, m'empêchèrent de mettre la dernière main à ce petit livre. C'est à l'aide des documents, que j'avais réunis et classés pour le former, que je vais résumer ce qui a été fait; je tenterai ensuite, d'indiquer, d'après ce qui existe déjà et d'après la nature du pays, les divers points sur lesquels peut se porter, avec quelque chance de succès, l'attention des chercheurs.

## I

### LITTÉRATURE ORALE

Sous le nom de *Littérature orale* que j'avais donné, en 1881, à un livre sur la Haute-Bretagne et qui, depuis, est devenu d'un usage courant, même à l'étranger, on comprend ce qui, pour le peuple qui ne lit pas, remplace les productions littéraires de civilisés. Elle se compose en première ligne des contes, auxquels on peut ajouter les légendes, qu'il n'est pas toujours aisé d'en séparer. Les chansons et les mélodies populaires, les proverbes et les dictons satiriques du Blason, les formulettes et les conjurations, les devinettes forment encore d'autres grandes divisions.

A l'exception des deux dernières catégories, toutes sont représentées en Anjou par un certain nombre de documents écrits, empruntés à la tradition orale.

Dès le XVI[e] siècle, on rencontre des contes populaires de source angevine. Un des personnages du *Moyen de parvenir* fait, en le localisant en Anjou, où il l'avait vraisemblablement recueilli, un récit qui appartient à un type assez répandu, que l'on peut désigner sous

le titre de : La besogne entreprise le matin qui, pour le bien ou pour le mal, se continue pendant toute la journée. La version de Béroalde de Verville tient environ quatre pages (123-126) dans l'édition de ses œuvres publiée dans la Bibliothèque Charpentier. En voici le résumé :

Un saint personnage, se trouvant un soir à Baracé, près de Duretal, en Anjou, alla demander l'hospitalité pour la nuit à une femme riche, mais avaricieuse, qui la lui refusa en prétextant que son mari était chiche et grondeur. Il fut mieux reçu par une chambrière et, le lendemain, en la quittant, il lui dit, pour la remercier : « Je prie le bon Dieu qu'il lui plaise de vous bénir, si que la première besogne que vous ferez aujourd'hui lui soit tant agréable, que ne puissiez, de tout le jour, faire autre chose. » La bonne femme se fit apporter le linge de la lessive qu'elle avait étendue la veille et se mit à le plier, et plus elle pliait, plus il y en avait à plier, et il y en avait des monceaux de toutes sortes qui se multipliaient au touchement de ses mains. La femme avare, ayant eu connaissance de ce prodige, courut après le saint homme et le supplia de venir le soir prendre logis chez elle. Le lendemain, son hôte la remercia en faisant pour elle le même vœu que pour celle qui l'avait bien accueilli la veille. Dès que le saint homme eut les talons tournés, la femme avide ordonna à sa servante de lui apporter tout son linge pour le plier et, pour n'être pas dérangée, elle voulut prendre des précautions hygiéniques; elle s'accroupit pour cela dans un coin de sa cour, mais, comme c'était la première action qu'elle faisait dans la journée, il lui fut impossible de l'interrompre et, jusqu'au soleil couchant elle arrosa le sol si copieusement qu'elle fit ce ruisseau qui passe au pied des Loges.

Le même Béroalde de Verville, pp. 327-329, rapporte un autre conte qui appartient au genre comique et dont plusieurs versions ont été recueillies de nos jours. Un cordelier va demander l'aumône à un seigneur angevin, réputé pour les tours qu'il jouait aux gens d'église; celui-ci lui dit qu'il la lui fera, à condition qu'il confesse un de ses vieux serviteurs. Le moine est conduit dans un grenier où un chien se mourait de vieillesse; et, comme il refuse de le confesser, le seigneur le fait fouetter. Le compagnon du religieux, plus avisé, demande un petit bâton, qu'on lui donne en lui faisant promettre de ne pas battre le chien. Le moine, ayant fait retirer tous les gens, fend le bâton à peu près par la moitié, prend l'oreille du chien dans cette fente et se met à lui adresser des questions : « Or çà, ami chien, voulez-vous pas mourir en chien de bien? » Et lui pressant l'oreille, le chien huchait assez haut : *Ouan*, *Ouan*. Sa confession

continue, avec la demande du cordelier et la réponse du chien. Son maître ne peut s'empêcher de rire et donne au moine avisé de l'argent et sa charge de blé.

J'ai publié, dans les *Contes des Provinces de France*, pp. 171-173, un conte recueilli aux environs du Lion-d'Angers par M. Queruau-Lamerie. Il se passe au temps où les fées descendaient par la cheminée, pour soigner les petits enfants, lorsque leurs parents les laissaient seuls. L'une d'elles se rendait même dans une chaumière où se trouvait un enfant nouveau-né et, sans s'inquiéter de la présence de sa mère, qui, encore trop faible pour aller aux champs, filait dans l'âtre, elle le pouponnait et le promenait en chantant pour apaiser ses cris. Sa femme, jalouse de la fée, qui lui inspirait aussi une certaine crainte, raconta à son mari ce qui se passait chaque jour après son départ. Il lui dit d'aller le lendemain aux champs à sa place et, quand approcha l'heure à laquelle la fée avait coutume d'arriver, il s'assit dans la cheminée, près du rouet de sa femme et se mit à filer. Lorsque la fée vint, elle s'aperçut qu'un homme avait pris la place de la femme qu'elle voyait chaque jour. « Comment t'appelles-tu? » demanda-t-elle. — « Personne, » répondit-il. Quand la fée s'éleva pour quitter la maison, dans la vaste cheminée, le paysan, qui guettait cet instant, lui lança aux jambes des charbons ardents. La pauvre fée poussa des cris de douleur qui firent accourir ses sœurs. « Qu'as-tu? » lui dirent-elles. — « Je suis cruellement brûlée, » répondit-elle. — « Mais, qui t'a fait cela? » — « C'est Personne, » répondit-elle. Ses sœurs se moquèrent d'elle et elle ne revint plus jamais dans la maison d'où elle avait été chassée avec tant de cruauté.

Un petit récit que l'auteur, reconnaissable sous le pseudonyme de Tis, tenait d'un vieux charpentier angevin, met en scène le diable d'une manière plaisante : Un jour que le diable était descendu sur terre, cherchant fortune, il aperçut dans un chantier des charpentiers en train de creuser une mortaise dans une pièce de bois, à l'aide de cet outil aiguisé des deux bouts, appelé bisaguë et dont est muni le saint Joseph de l'église d'Angers qui porte ce nom. Il lia conversation avec eux et bientôt en vint à prétendre les égaler en adresse. Il saisit la bisaguë et voulut continuer leur ouvrage; mais, dans son inexpérience, ayant placé son pied fourchu justement sous la mortaise qu'il voulait dresser, du premier coup il lui fit une profonde entaille et, retirant l'instrument avec force, il s'enfonça

sous le menton la partie taillée en biseau. Fou de douleur, il rejeta l'outil avec colère et s'enfuit en jurant que jamais un charpentier n'entrerait en enfer. Il a, depuis lors, tenu parole, dit-on, et c'est en vain qu'on chercherait dans son empire un ouvrier de ce corps d'état. Ils vont tous en Paradis, après avoir sans doute séjourné quelque peu en Purgatoire.

(*Revue angevine*, 1898, p. 392.)

C'est aussi à la série plaisante que se rattache le conte qui suit; il est inédit, et il m'a été raconté, il y a vingt-cinq ans, par une de mes cuisinières originaire de Pouancé; c'est une sorte de fabliau.

Il y avait une fois un bonhomme que sa femme envoya chercher une cruche à la ville. Sur son chemin, il rencontra un coquetier qui lui dit :

— Ah! mon pauvre bonhomme, le curé est en train de fricoter chez toi.

— Ce n'est pas vrai.

— Que veux-tu parier?

— Si tu as raison, je te donnerai la récolte de blé qui est dans mon grenier.

— Monte dans ma hotte et tu verras.

Le coquetier arrive à la maison, dont il trouve la porte fermée, et il y frappe.

— Qui est là?

— C'est moi, le coquetier.

— Ah! c'est vous, coquetier; venez avec nous, vous allez être de la fête.

Et elle le fit asseoir à côté du curé.

Quand ils eurent bien mangé, on convint que chacun aurait dit une histoire. Ce fut la bonne femme qui commença :

J'ai envoyé mon mari
A la fontaine devers midi,
Chercher de l'eau pour me guérî
Monsieur l'curé me guérira :
Alleluia.

Le coquetier chanta à son tour :

J'ai un vieux coq dans mon panier
Il y a longtemps qu'il n'a chanté
Quand il chantera on s'étonnera :
Alleluia.

Le bonhomme, qui était dans la hotte, chanta aussi :

Fermez les portes, tournez les clés;
Le coquetier a gagné son blé
C'est le curé qui le paiera :
Alleluia.

Quand le curé entendit cette voix, qui sortait on ne sait d'où, il s'écria.
Vade, vade retro, Satana.

Ces cinq contes sont les seuls qui, à ma connaissance, aient été recueillis en Anjou, et c'est à cause de cela qu'au lieu de les citer simplement je les ai rapportés avec quelque détail.

Les récits légendaires sont plus nombreux, et plusieurs se rattachent à une sorte de légende dorée : une comtesse d'Anjou, pour prouver son innocence, saute par une fenêtre, tombe dans la rivière sans se faire aucun mal et est transportée par le courant jusqu'à l'endroit où, par reconnaissance, elle bâtit et dota l'abbaye de Notre-Dame d'Angers. Une chapelle, dédiée à saint Tibère, fut élevée au lieu même où l'on découvrit ses reliques sous un rocher qu'une brebis léchait au lieu de brouter l'herbe comme les autres. La *Revue des Traditions populaires* (t. XIII, p. 674) a publié une longue légende sur l'antique abbaye de Montglonne, écrite dans le style à la mode de l'époque romantique, mais vraisemblablement d'origine populaire : saint Mauronce, un de ses abbés, averti qu'un serpent monstrueux ravageait tout le pays, cache une faux bien aiguisée sous des feuillages; le serpent vient s'y embrocher et meurt au bout de son sang. Ce même saint homme, étant allé méditer dans une grotte connue de lui seul, s'y endormit et son sommeil, comme celui d'Épiménide, dura cent ans. Quand il se réveilla, il se rendit à son abbaye et y rétablit la discipline que ses successeurs avaient, sans succès, essayé d'y faire régner. Un ermite d'Avort, importuné par le chant des grenouilles et des canards, les « conjure » et, depuis, ceux qui se trouvent dans le ruisseau voisin de sa chapelle sont muets. Saint Lézin, le grand saint Martin, saint Martin de Vertou, saint Augustin de Cantorbéry font jaillir des fontaines en des lieux qui en étaient auparavant dépourvus. A Saint-Clément-de-la-Place, où une pierre présente la forme grossière d'un pied, on raconte que cette empreinte est due à saint Jean qui, soupçonné par son hôte de s'en aller sans payer, s'écria : « Il est aussi vrai que j'ai payé qu'il est vrai que mon pied sera gravé sur ce rocher. »

Plusieurs des héros de la légende française figurent dans la tradition angevine; bien que l'héroïne d'un récit accueilli par M. Michel ne porte pas le nom de Mélusine, il se rattache à cette fée-serpente et encore plus aux reines Pédauques : un seigneur du Mas avait épousé à l'étranger une femme d'une merveilleuse beauté, à la condition qu'il ne chercherait jamais à voir ses pieds qu'elle cachait

sous une robe très longue. Un soir, au mépris de ses serments, il sema de la cendre sur l'estrade du lit pendant que sa femme faisait sa toilette de nuit; un charbon allumé s'était égaré parmi les cendres et la dame se brûla cruellement; son mari vit sur la cendre l'empreinte de pieds d'oie, et elle maudit le seigneur et son château qui s'abîma sous la terre avec ses habitants et dont l'emplacement fut recouvert par une nappe d'eau. (Léo Desaivre, *Notes sur la Mélusine*, Poitiers, 1899, p. 28-29.)

Gargantua semble moins connu en Anjou qu'en Touraine; cependant à Chazé une borne milliaire est appelée Bâton de Gargantua, dénomination vraisemblablement moderne (Paul Sébillot, *Gargantua*, p. 168). Sur les bords de l'Èvre on montrait jadis sur un roc escarpé l'empreinte des fers du cheval de Roland qui, d'un saut, lui fit franchir la rivière (G. de Launay, *Rev. des Trad. pop.*, t. XIII, p. 112).

Le rôle des fées ne semble pas considérable en Anjou, probablement parce que l'on ne s'est guère occupé d'elles; elles figurent, ainsi qu'on l'a vu, dans un conte qui leur attribue un rôle bienfaisant; trois creux sur le dessus de la Table des fées, à Miré, sont les empreintes de la fée qui l'a apportée pour couvrir le dolmen. (L. Bousrez, *L'Anjou aux âges de la pierre*, p. 99.)

On n'a guère relevé non plus les gestes des lutins; cependant, l'un d'eux, qui se nomme Penette, est très connu dans les cantons de Candé et du Louroux, où il s'amuse à pénétrer dans les écuries pour tresser la crinière et la queue des chevaux. (G. de Launay, *Rev. des Trad. pop.*, t. VIII, p. 95.)

La croyance aux lavandières de nuit, bien que rarement constatée, n'est pas inconnue en Anjou : on entend près du Moulin-Moine, voisin de la ville de Beaupréau, un bruit de battoirs; il est produit par celui d'une fermière condamnée, ainsi que ses congénères de Bretagne, à continuer sans relâche son travail pour avoir lavé jadis le dimanche. (Albert Lemarchand, *Une excursion dans le pays de Mauge*, p. 12.)

***

Il est certain que l'on a chanté en Anjou, où une *Grande Bible des Noëls*, parue en 1602, a été réimprimée en 1808 et où l'abbé Eugène Grimault a donné plus récemment les *Noëls angevins* avec accompagnements et notes.

Les chansons populaires proprement dites n'ont pas eu jusqu'ici la bonne fortune de trouver un collectionneur; j'en connais à peine une demi-douzaine : une chanson sur « Guillery », dans Ménière,

*Dictionnaire étymologique*, p. 207; la « Nourrice d'Isa », *Rev. des Trad. pop.*, t. I, p. 235 (extraite des manuscrits de la bibliothèque nationale); « Le Rosier », de Lionel Bonnemère, *Revue des Trad. pop.*, t. II, p. 145; « La fille du laboureur », *ibid.*, t. III, p. 642; « La fille éveillée », par Mme G. C., *ibid.*, t. IV, p. 103; « La mort de l'âne », par Ch. de Sivry, *ibid.*, t. IV, p. 449.

Je n'ai pas eu connaissance de devinettes recueillies en Anjou, mais il y en a certainement dans ce pays où les paysans ont l'esprit aussi vif pour le moins que leurs voisins du Maine, du Poitou et de la Bretagne.

Les proverbes sont représentés par centaines : *Les proverbes et dictons rimés de l'Anjou*, par A. de Soland, 1858, ne sont angevins que pour une partie qui n'est pas toujours aisée à déterminer; ceux qui figurent dans le *Dictionnaire étymologique angevin* du Dr Menière sont plus certainement de provenance locale, de même que ceux qui parsèment le roman de *Rose Époudry*, de Léon Séché, dont l'action se passe en Maine-et-Loire et en Loire-Inférieure.

On sait que l'on désigne sous le nom de *Blason populaire* les appellations satiriques ou comiques qui s'attachent comme une sorte de devise moqueuse aux villes, aux bourgs et même aux villages. On ne s'en est guère préoccupé en Anjou; le *Blason populaire de la France*, publié en 1884 par Henri Gaidoz et par moi, ne contenait que quinze de ces blasons; en rendant compte de notre livre, le regretté André Joùbert en donna à peu près autant (*Revue de l'Anjou*, 1884, pp. 189-204 et 369-373); mais il est vraisemblable que l'on pourrait considérablement allonger cette liste.

## II

### ETHNOGRAPHIE TRADITIONNELLE

L'ethnographie traditionnelle comprend les coutumes, les superstitions, la médecine populaire, les ustensiles et joujoux traditionnels, les costumes, etc., en un mot, tout ce qui, appartenant au domaine populaire, ne rentre pas dans la littérature orale.

Les matériaux, en ce qui concerne l'Anjou, en sont très dispersés; voici l'énumération, à laquelle les savants locaux feront sans doute des additions, de ceux dont j'ai eu connaissance. En 1816, La Réveillère-Lepeaux, J.-B. Leclerc et Urbain Pilastre faisaient une « Excursion dans le département de Maine-et-Loire », qui a paru dans le t. II des *Mémoires de l'Académie Celtique*, p. 176 et suiv.; ils y relevaient

plusieurs circonstances intéressantes et signalaient comme pays ayant conservé les vieilles traditions la région de Mauge. Soixante ans plus tard, M. Albert Lemarchand publia dans le t. II, 3e série de la *Revue de l'Anjou* le récit d'une *Excursion* dans cette contrée, où il recueillit quelques légendes.

Le *Glossaire étymologique angevin* du Dr Charles Menière contient un assez grand nombre de notes sur les coutumes, les jeux, la médecine superstitieuse, etc. M. X. de la Perraudière a réuni sous le titre de *Traditions locales et superstitions*, notes prises au pays d'Anjou et du Maine, de curieuses observations faites dans ces deux anciennes provinces et rapportées avec précision (in-8° de 16 p., Ext. des *Mémoires de la Société d'Agriculture, etc., d'Angers*, 1896); une courte monographie : « Quelques superstitions au pays de Segré », *Revue Angevine*, 1er mai 1898, contient aussi des faits intéressants. La *Revue des Traditions populaires* a publié plusieurs articles sur l'ethnographie angevine : *Traditions et coutumes populaires de l'Anjou*, par Gontard de Launay, t. VIII, p. 93, t. XIII, p. 111, 291; *Superstitions du canton de Gennes*, par Lionel Bonnemère, t. V, p. 673; *Coutumes beaugeoises*, par C. Fraysse : « Le Mariage », t. XVII, p. 498; « La Naissance », *ibid.*, p. 611; « La Mort », t. XVIII, p. 159; *Rites et usages funéraires*, par G. de Launay, t. IV, p. 509; les *Charivaris aux mariages*, par le même, t. III, p. 456.

La Médecine superstitieuse a été l'objet de quelques articles : *Les empiriques angevins*, par Eugène Bonnemère, *Revue illustrée de Bretagne et d'Anjou*, t. III, nos 2 et 3. *La médecine superstitieuse en Anjou*, par G. de Launay, *Revue des traditions populaires*, t. VI, p. 422; une note de l'abbé Grandet sur les *Fontaines de l'Anjou* et leurs vertus guérissantes, a paru dans le *Bulletin historique de l'Anjou*, 1858, pp. 263-265.

Des notes sur les objets populaires ont été publiées (avec gravures) par Lionel Bonnemère, dans la *Vie Moderne*, 24 juin 1881 et la *Revue des traditions populaires* en a signalé quelques-unes, t. VII, p. 457 et suiv. dans le compte rendu de la section des traditions populaires à l'Exposition des Arts de la femme.

***

Les exemples que j'ai cités et les indications bibliographiques démontrent que l'Anjou n'est pas plus dépourvu de littérature orale que ses voisins et il résulte des trop rares enquêtes faites dans le domaine de l'Ethnographie traditionnelle que les vieilles coutumes

n'y sont pas non plus tombées en désuétude : dans les articles et les brochures dont j'ai fait mention, figurent nombre de faits intéressants relatifs à la vie humaine, aux fêtes, à la médecine superstitieuse et même aux costumes.

En ce qui concerne les coiffures et les diverses parties de l'habillement féminin, on pourrait encore, comme on l'a fait dans des régions voisines, se rendre compte de leur évolution pendant la seconde moitié du siècle dernier : sans doute les vieillards pourraient donner des détails curieux sur les transformations successives et peut-être même sur les anciens habillements des hommes, qui, eux, n'existent plus guère, je crois, qu'à l'état de souvenir. Les vieilles gens se rappelleraient vraisemblablement aussi les anciens outils locaux, remplacés aujourd'hui presque partout par ceux fournis par les fabriques industrielles. Jadis aussi les joujoux destinés aux enfants, au lieu d'être achetés à bon marché dans les bazars, étaient l'œuvre des parents ou des enfants eux-mêmes ; il est probable que cette petite industrie familiale et traditionnelle subsiste encore dans certaines campagnes de Maine-et-Loire, comme dans plusieurs de celles d'Ille-et-Vilaine ; j'ai pu réunir dans ce pays, pour le Musée du Trocadéro, une centaine d'instruments de balistique enfantine, de musique, de joujoux, de personnages en bois.

Il est rare que les industries locales, surtout quand elles sont anciennes, ne présentent pas des particularités intéressantes pour le folk-lore ; l'Anjou est justement renommé pour ses cultures de fleurs et d'arbustes et probablement les jardiniers ont des superstitions, en matière de greffe par exemple. Les vignerons des coteaux angevins observent aussi vraisemblablement au moment de la plantation, de la taille et de la récolte, certaines petites cérémonies, qui peut-être, comme en d'autres pays vignobles, sont accompagnées de conjurations ou de prières traditionnelles.

L'extraction et la taille de l'ardoise, si importante aux environs d'Angers, ont aussi probablement un petit folk-lore particulier : Ménière signale une cérémonie d'initiation qui s'appelait le guêtrage : aucun compagnon n'avait le droit de porter des guêtres aux jambes avant d'avoir été *guêtré* par un parrain qui faisait une croix avec un clou sur la guêtre d'un apprenti et lui offrait ensuite un outil. Si l'on fait cette enquête, il sera utile de distinguer entre les carrières exploitées en totalité ou en majorité par des ouvriers angevins et celles où l'élément breton est, comme à Trélazé par exemple, très considérable. Il serait curieux de faire une exploration spéciale dans cet îlot ethnique qui ne semble pas en voie d'absorption et de voir

si les idées des ardoisiers venus de Bretagne, si leur langage se sont modifiés au contact de voisins de races et d'idiomes différents.

Bien que la batellerie sur la Loire et ses affluents ait perdu de son importance, il est vraisemblable que les mariniers de la région conservent des coutumes et des superstitions de métier. Une enquête serait d'autant plus intéressante qu'en France le folk-lore des marins d'eau douce a été à peine effleuré.

***

L'observation de la nature physique de la région à explorer peut servir à guider les recherches : une des caractéristiques du pays angevin est l'abondance des cours d'eau qui, surtout dans le centre et dans le nord, y forment comme un réseau artériel. Sans doute, des traditions s'attachent à des particularités des rivières, telles que les remous, les rochers surplombants, les endroits dangereux et, suivant toute probabilité, les inondations, dont plusieurs ont été si funestes, ont laissé des souvenirs qui, peut-être, touchent au surnaturel.

Il ne serait pas surprenant que les rivières soient encore entourées de respect et qu'il se passe sur leurs bords des actes d'un culte clandestin, apparentés à ceux qui, de nos jours, ont été relevés en Nivernais et en Bourgogne : le croyant vient, au lever du soleil, adresser au génie de la rivière une formule par laquelle il la prie de le débarrasser de ses maux et de ses soucis, et cet acte est parfois accompagné d'une offrande. Quant aux fontaines, les notes de l'abbé Grandet prouvent que plusieurs de celles de l'Anjou sont l'objet d'observances diverses, et l'on peut penser qu'une exploration amènerait à constater qu'elles sont dans ce pays le théâtre de pèlerinages publics ou clandestins, analogues à ceux que l'on a trouvés en Bretagne, en Poitou, en Limousin, en Saône-et-Loire, partout où l'on a voulu s'occuper sérieusement de la question.

Quoique le sol ne présente pas de grands reliefs, les collines peuvent avoir une origine légendaire et des traditions qui s'attachent aux rochers qui en émergent, aux grottes naturelles ou creusées de main d'homme.

Les parties boisées, surtout lorsqu'elles occupent un espace considérable, sont parfois l'objet de légendes, et les boisiers, charbonniers, sabotiers, qui les habitent et vivent assez à part de la population rurale ont assez fréquemment des coutumes particulières.

***

Les monuments élevés de main d'homme, surtout quand ils sont anciens ou en ruines, ont souvent des traditions qu'il est intéressant de relever et qui sont connues dans le voisinage; dans sa monographie de l'*Anjou aux âges de la pierre*, M. L. Bousrez a donné plusieurs légendes et des observances qui s'y rattachent.

Des récits merveilleux racontent l'origine des églises et des chapelles et les gens qui vivent auprès de ceux de ces édifices qui portent le nom d'un saint régional savent parfois sa légende, inconnue à quelques kilomètres de là.

Il n'est guère de château qui n'ait son histoire gracieuse ou terrible et qui ne soit hanté par ses anciens possesseurs ou par leurs victimes.

Les guerres féodales, étrangères ou civiles, ont aussi laissé des souvenirs, parfois attestés, comme la défaite des Anglais à Baugé, par une empreinte du coursier de l'ennemi qui s'enfuit.

Ce programme, esquissé à grands traits, n'est pas limitatif et, pour ne pas le surcharger, je n'ai parlé ni de l'imagerie populaire ni de la céramique traditionnelle; j'ai aussi laissé de côté les fêtes locales, celles qui sont en rapport avec les saisons ou le culte des saints, le théâtre populaire ou semi-populaire, etc. Tel qu'il est, il constitue une sorte de questionnaire qui pourra servir à guider les chercheurs; les réponses mêmes qui leur seront faites leur serviront à le développer et à y comprendre des sujets connexes que je n'ai pas indiqués.

La bibliographie plus détaillée de la première partie démontre que l'on a rencontré en Anjou, sans que ce beau pays ait jamais été l'objet d'une exploration approfondie et systématique, des spécimens de toutes les parties du folk-lore. Je suis persuadé que si quelqu'un interrogeait les paysans de son voisinage, surtout les vieilles gens, et en particulier les femmes, qui sont, tout au moins en matière de littérature orale, les meilleures conservatrices des choses du passé, il arriverait à recueillir nombre de faits intéressants. Mais il est nécessaire, si l'on veut obtenir un résultat, de s'armer de patience et de ne pas se laisser rebuter par les difficultés du début. Il arrive souvent, et je l'ai constaté maintes fois au cours d'une exploration poursuivie en Bretagne pendant un quart de siècle, que, de très bonne foi, des personnes qui savent beaucoup de choses déclarent tout d'abord à celui qui les interroge qu'elles ne savent rien. Mais, si on prend la peine de leur dire des contes, de leur chanter des chansons, de leur citer des exemples, elles ne tardent pas à se rappeler des traits nombreux qui dormaient dans leur mémoire et parfois

c'est un plaisir pour elles de répondre à celui qui les interroge, surtout s'il a su leur inspirer confiance ; car il arrive assez fréquemment que, si les paysans ne disent pas volontiers ce qu'ils savent, c'est qu'ils sont retenus par la crainte qu'on ne se moque de leurs histoires naïves, de leurs coutumes et de leurs préjugés.

---

## M. le Dr GIUFFRIDA-RUGGIERI

Professeur à l'Université de Rome

### ÉTAT ACTUEL D'UNE QUESTION DE PALETNOLOGIE RUSSE

[569:599.9(47)]

*— Séance du 6 août —*

Dans le volume *La Russie* (éd. Larousse) se trouve une bonne quoique incomplète « mise au point » d'une question d'anthropologie russe débattue depuis quelque temps. Les anthropologistes russes ont manifesté des opinions disparates, puisque Bogdanow croyait que l'antique population russe, qui se trouve dans les tumulus ou Kourganes, dolichocéphale, de stature plutôt grande ($1^m71$), fut le vrai type slave aryen, tandis que de Baer vit dans la race des Kourganes, un type à part, probablement autochtone, par suite non aryen, et d'autre part bien distinct des Finnois.

La découverte de ce type parmi les crânes du lac Ladoga, qui remontent presque au début du néolithique (1), tendrait à appuyer une telle hypothèse, puisqu'elle permettrait de croire qu'il est apparu à une époque bien antérieure à l'arrivée des Aryens en Europe. Girard de Rialle, qui est l'auteur du résumé en question, s'exprime ainsi : « On peut affirmer hardiment que le type des Kourganes est bien russe, si par Russe on entend *originaire* du pays qui constitue aujourd'hui la Russie » (il serait plus exact, suivant nous, de dire premier occupant). Mais l'auteur a de la peine à admettre qu'il s'agisse du vrai type aryo-slave dans sa variété russe, correspondant à la langue russe, aux vieilles institutions et traditions russes. S'en référant aux études de Imme, de Diebold, de Kopernicki, il trouve que plus on se rapproche des Carpathes, dans le sud-ouest de la

(1) Mais d'abord ce néolithique est tout à fait récent.

Russie, plus le type brachycéphale à face large mais non mongolique, abonde, tant dans les sépultures antiques que dans la population contemporaine. Il note également que la proportion de ce type moyen brachycéphale dans les collections de la grande Russie et de Moscou des diverses époques, depuis le moyen âge jusqu'à nos jours, est considérable et va sans cesse en augmentant, d'après les travaux de Malief, Ikof, Bogdanof. Cela semble indiquer, dit-il, que le type dolichocéphale des Kourganes tend à diminuer devant l'élément slavo-russe (1), c'est-à-dire devant le type brun et brachycéphale, type qui n'a rien de mongolique et est venu des Carpathes. — De cette région, les tribus slavo-russes se seraient avancées dans la Russie actuelle au commencement de la période historique, d'après Girard de Rialle. Et les hommes des Kourganes pourraient avoir été des Letto-Lithuaniens, dispersés avant cette invasion dans la grande plaine russe.

Zaborowski, qui a fait des études spéciales sur l'anthropologie de la Russie, est d'accord pour faire venir les Slaves de la région danubienne (2). Leurs migrations de l'Ouest vers l'Est auraient commencé avant le XI[e] siècle, mais surtout à partir du XI[e] siècle. Il admet qu'antérieurement à cette époque historique existait une population de grands dolichocéphales et, comme Bogdanof, que ces dolichocéphales étaient de vrais Aryens; mais, à la différence des auteurs précédents, il pense aussi que ces Aryens sont venus du centre de l'Europe et dérivent précisément de la race de Cro-Magnon (3). Bien avant, dit-il, que les Kourganes les plus anciens de la Podolie et de l'Ukraine aient été élevés, il existait dans l'Europe centrale un peuple qui avait précisément les mêmes coutumes que celles obser-

(1) La même observation avait déjà été faite par Sergi (Congrès international de Médecine, à Moscou. *Actes de la Soc. romaine d'Anth.*, v. V, fasc. I).

(2) ZABOROWSKI. Les Slaves de race et leurs origines. *Bull. Soc. d'Anthrop.*, Paris, 1900, p. 69.

(3) De même, on démontrerait que la race de Cro-Magnon dérive à son tour de la race Chamitique (certainement les Cro-Magnon sont apparentés aux Méditerranéens. GIUFFRIDA-RUGGIERI. Matériel palethnologique d'une caverne naturelle d'Isnello, près Cefalu, en Sicile. *Actes de la Société rom. d'Anthr.*, v. VIII, fasc. III).

Ainsi les Argers proviendraient indirectement de l'Afrique. où ils seraient retournés à l'époque des monuments mégalithiques, modifiés dans leur pigmentation par leur long séjour dans le Nord. Cela expliquerait comment les crânes du Roknia, qu'on suppose appartenir aux Dolichocéphales blonds passés en Afrique, présentent les mêmes caractères crâniens qui s'observent chez les antiques Egyptiens. Pour plus de détails sur cette question controversée, voyez : FAIDHERBE. Sur l'Ethnographie du Nord de l'Afrique, *Bull. Soc. Anthr.*, Paris 1860. — Les dolmens d'Afrique, *Congrès international de Bruxelles* 1872. *C. r.*, p, 408. — BROCA. Les peuples blonds et les monuments mégalithiques dans l'Afrique sept., *Rev. Anthrop.* 1876, p. 393. Die ethmologisch-ethnographische Bedeutung der megalitischen Grabbenten. Mittheil. des Anthrop. Gesellsch. Wien 1900, II. — GIUFFRIDA-RUGGIERI. Le origini italiche, *Revista di scienze biologiche*, vol. II, n° 11-12. — SERGI. The Mediterran. Race. London 1901.

vées chez les auteurs des Kourganes. Il a été l'ancêtre de ceux-ci (1). Zaborowski le démontre par des données anthropologiques (2).

Les brachycéphales sont donc de date récente dans la Russie méridionale, mais non en Europe, puisque, suivant encore le même Zaborowski, « dès le début de l'époque néolithique (*Revue scientifique*, citée plus haut, p. 391, et *Galtchas, Savoyards, Sartes et Uzbiques*. Bull. soc. d'Anth. Paris 1899, p. 705), des émigrants petits, brachycéphales, bruns, pénètrent à travers l'Europe continentale et cheminent le long des vallées, jusqu'aux côtes du Danemark... Leur origine est sûrement asiatique. » Le passage par les confins orientaux de la Russie était pour eux difficile à une époque où les surfaces occupées par les eaux étaient beaucoup plus étendues qu'aujourd'hui et la végétation trop exubérante et mouillée ; de sorte qu'il était au moins nécessaire, pour venir en Europe, de passer par l'âpre chaîne du Caucase. L'archéologie confirme de tels faits, en montrant que, soit dans les régions plus orientales de la Russie, soit au Caucase, les monuments sont plus récents que ceux qui se trouvent dans la Russie méridionale. Donc, dit Zaborowski, les proto-caucasiens des célèbres nécropoles de Samthavro, de Koban, n'étaient pas des asiatiques en marche sur l'Europe, mais des descendants d'Européens arrêtés autrefois dans leur invasion en Asie. Pour venir en Europe, il ne restait aux asiatiques que la route de l'Asie-Mineure et de la péninsule balkanique. Il se comprend que, une fois l'Europe gagnée, ils se sont peu à peu infiltrés dans la Russie méridionale. Alors la race dolichocéphale, qui, à l'époque néolithique, occupait le nord de la mer Noire (3), commence à l'époque des métaux à se mêler partiellement avec des brachycéphales. Mais ceux-ci ne prirent le dessus, comme cela a été dit, qu'à partir du XI[e] siècle de notre ère.

Comme on le voit, les opinions sont controversées. Mais de telles controverses sont ignorées de beaucoup d'auteurs. Dans le même ouvrage *La Russie*, ouvrage dû à plusieurs collaborateurs, Vachon dit, p. 313 : « Les peuplades de race aryenne descendent de l'Altaï, entre les rampes de l'Oural et les rives de la mer Caspienne » et entrent par là en Russie.

D'après Zaborowski, au contraire, pas d'Aryens venant de l'Asie, pas de passage entre l'Oural et la Caspienne. Un tel passage n'était

(1) Zaborowski. Origine des populations anciennes et actuelles de la Russie méridionale et du Caucase, *Revue scientifique*, 28 sept. 1901.

(2) Zaborowski. Du Dniestre à la Caspienne, *Bull. Soc. d'Anthr.*, Paris 1899, II, p. 137.

(3) Zaborowski. Du Dniestre à la Caspienne. L. c., p. 138.

praticable qu'à une époque récente. Il ne faut pas oublier ceci, qu'à l'époque éloignée à laquelle il faut faire remonter la prétendue venue des Aryens, il ne s'agissait certes pas d'une expédition militaire, dont les chefs voulaient passer à tout prix et à travers n'importe quel obstacle. Il s'agissait de bandes barbares qui cherchaient les chemins les plus faciles pour trouver des territoires meilleurs. Et de tels territoires, il n'y en avait ni au Caucase, ni dans la région marécageuse d'entre l'Oural et la Caspienne. Ainsi s'explique qu'on n'y trouve pas de traces archéologiques d'un pareil passage.

A défaut de données archéologiques qui, en un tel cas, sont d'une importance capitale, peut-on fournir d'autres données favorables à l'ancienne théorie qui fait venir les Aryens d'Asie?

Des flots de cette invasion se répandent d'Orient en Occident. Ceux des Celtes sont donnés comme les plus anciens et ceux des Slaves justement comme les plus récents.

Il n'est pas absurde alors de supposer que la mythologie slave devrait avoir des points de contact évidents avec la mythologie des Aryens de l'Orient. Mais ceux qui voudraient démontrer une telle assertion et prendraient comme guide le récent volume de Léger (*La Mythologie slave*, Paris, 1901), qui traite justement de la mythologie slave, se trouveraient bien empêchés. Léger a renoncé à une pareille entreprise. Non seulement les ressemblances font défaut, mais les mythes slaves sont extraordinairement grossiers et abondent en dieux polycéphales et en sacrifices humains. On s'y trouve en présence d'un produit psychologique primitif quoique postérieur, chronologiquement, à celui qui, plus fin, s'est développé en Orient.

Les études actuelles ont donc complètement retourné le problème des origines aryennes, depuis qu'on a fait intervenir un développement autonome des Aryens en Europe et un courant ethnique qui, du centre de celle-ci, s'est porté en Orient. Par une étude des lieux on pourrait peut-être réussir à retracer ce courant. La linguistique, qui fut la première à faire intervenir une invasion d'origine orientale et qui maintenant, au contraire, tend à détruire une telle hypothèse, puisque Salomon Reinach a pu dire que, dans l'état actuel, aucun linguiste sérieux ne l'admet, pourrait faire valoir ses titres à la solution du problème en portant ses investigations précisément sur la direction probable ouest-est de la primitive population de l'Europe centrale.

Une fois admis que les Aryens ne sont pas venus d'Asie, ne

seraient-elles pas au moins parties de l'Orient ces populations Finnoises qui, jusque il y a peu de siècles, occupaient la plus grande partie de la Russie et que la marée slave a sans cesse davantage pressées vers le nord en les réduisant par l'assimilation? Seraient-elles au moins descendues de l'Altaï? Ici surtout se révèlent la nouveauté et la hardiesse des conceptions de Zaborowski. Ces Finnois qui, aujourd'hui, passent pour des brachycéphales altaïques, étaient à l'origine dolichocéphales, comme le démontrent les Kourganes du nord et du centre de la Russie (1). Ils ont appartenu à la même souche dolichocéphale que les Kourganes du sud dont il a été question, et il n'est plus besoin de les faire venir d'Asie. Zaborowski a été confirmé dans une telle opinion par l'étude des Ostiaks qui, étant restés partiellement à l'abri des mélanges, sont considérés comme des Finnois primitifs. Sommier a prouvé en effet que ces Ostiaks sont presque tous dolichocéphales (2), comme le sont ceux mesurés par Zaborowski. Par les caractères du squelette facial, ils coïncident avec les dolichocéphales des Kourganes et par leur voûte, aux crânes de Cro-Magnon. « Ce qui distingue au plus haut degré la race de Cro-Magnon, dit Zaborowski, c'est la conformation véritablement singulière des orbites (orbites basses associées à une face peu haute), en contraste absolu avec ce qui se voit chez les asiatiques. Mais cette conformation, précisément, je l'ai signalée avec insistance chez les blonds du nord. Et c'est elle surtout qui m'a permis de distinguer les peuples d'origine européenne aux confins du nord-ouest de l'Asie (3). »

La transformation du type finnois au nord-ouest de la Russie, s'explique, comme celle du type lithuanien, par l'action des Slaves et un peu des Lapons. Plus facilement encore furent submergés les Finnois disséminés dans les autres parties de la Russie. Et c'est pourquoi Zaborowski a recours, comme nous l'avons vu, à l'étude craniologique des Finnois d'Asie. Mais ceux d'Europe peuvent encore fournir des renseignements utiles, sinon par leurs crânes, du moins par leurs costumes et coutumes qui, malheureusement, se perdent sans cesse davantage et disparaissent. Je pense que l'ethnographie pourra donner quelques indications sur la vraie place anthropologique de ces populations prétendues altaïques d'Europe. Ainsi, il ne me paraît pas sans importance l'usage actuel des Tchérémisses de mettre une monnaie sur la poitrine du défunt, pour son usage dans

(1) Zaborowski. Kourganes de la Sibérie occidentale. *Bull. Soc. d'Anth.*, Paris, 1898, p. 104.

(2) *Archivio per l'Antropolog. e l'Etnolog.*, 1883, p. 530.

(3) Zaborowski. La souche blonde en Europe. *Bullet. Soc. Anthrop.* Paris, 1898, p. 481.

l'autre vie (1), en vue des besoins autres que le manger et le boire, pratique connue de l'antiquité classique.

La question palethnologique que, pour la nouveauté de l'idée mise en avant, il m'a paru utile de résumer, est très complexe. Mon opinion personnelle est que beaucoup d'autres éléments sont à considérer avant de pouvoir aboutir à une synthèse.

Pour mettre en avant un seul exemple, on peut poser la question de savoir si les dolichocéphales des Kourganes étaient blonds ou bruns. L'opinion de Zaborowski ne peut être douteuse; eux et leurs ancêtres, les Cro-Magnon, étaient blonds. Les Ostiaks que Zaborowski regarde, nous l'avons dit, comme des descendants authentiques des dolichocéphales des Kourganes et des antiques Finnois, ont au contraire, pour Sommier qui les a visités, les yeux et les cheveux noirs foncés en grande majorité (2). Il n'y a pas à dire que cela est dû à ce qu'ils vivent au milieu de populations fortement pigmentées, puisque les Zyrianes leurs voisins présentent une prédominance de blonds (3).

D'autre part, le climat aurait dû faire diminuer plutôt qu'augmenter leur pigmentation. Il serait donc plus probable que même les dolichocéphales des Kourganes avaient les yeux et les cheveux foncés en grande majorité et ne doivent pas être considérés tous (mais quelques-uns peut-être) comme des prédécesseurs des Scandinaves bien connus qui ont fondé la Russie historique, mais bien plutôt comme des représentants d'une grande invasion des méditerranéens conformément à l'idée exprimée en premier lieu par Sergi (4). La différence du reste ne serait pas grande, vu que l'unification (l'identité fondamentale) anthropologique des dolichomésocéphales s'impose de plus en plus, quelle que puisse être l'opinion sur l'origine primitive des Eurafricains (5).

(1) Rabot. *A travers la Russie boréale*. Paris, 1894, p. 80. — Nordenskiöld. *La Véga*. Milan, 1882. V. I, p. 287.

(2) Sommier, O. c., p. 530. Leur taille plus petite ne s'accorde pas non plus avec les vues de Zaborowski. Ils ont pris la taille et la couleur de peau des Huns.

(3) Zaborowski. A cet exposé si lucide, je me bornerai à ajouter que j'ai donné les Ostiaks comme des descendants des anciens Finnois, mais altérés eux aussi par l'extrême vigueur de leur vie très particulière et une imprégnation de sang hunnique. Ils n'ont pas que les Zyrianes comme voisins. Ils ont les Samoyèdes au nord, des Turco-Mongols au sud et ils se mêlent aux uns et aux autres. D'autre part, lorsque des Méditerranéens pénètrent dans la Russie méridionale, c'est par la présence de brachycéphales, non de dolichocéphales nouveaux, que nous constatons leur arrivée.

(4) Sergi. *Origine et diffusion de la race méditerranéenne*. Rome, 1895. A la vérité, nous devons dire que le type facial des Ostiaks figurés par Sommier, n'ont rien ni du type méditerranéen, ni du type nordique. Si nous en parlons, c'est uniquement à cause de l'importance que leur accorde Zaborowski dans la question de la palethnologie russe.

(5) Cela est si vrai que Forrer (*Über Steinzeit Hockergräber*, Strasbourg 1901), partisan de l'origine européenne, comprend dans la même race les antiques égyptiens (V. *L'An-*

En tout cas, il est utile de recueillir les résultats de faits et les hypothèses, sans parti pris. La science ne peut qu'en tirer avantage. Et c'est là le but de ce présent résumé.

---


# M. ZABOROWSKI

Professeur-Adjoint à l'École d'Anthropologie, à Thiais


## LE CHEVAL DOMESTIQUE EN EUROPE ET LES PROTOARYENS

[636.1:572.91]

— *Séance du 6 août* —

Les protoaryens (le peuple ancêtre qui parlait la langue plus ou moins unifiée d'où sont descendues les langues aryennes) ont connu le cheval. Cela résulte indubitablement des noms semblables ou parents qui servent à le désigner dans les différents groupes linguistiques indo-européens. Ainsi le sanscrit *açva*, cheval, est identique au lithuanien *aszwa* et se retrouve dans l'irlandais *ech*, cheval, dans le vieux prusse *aswinan*, « lait de jument », et peut-être dans le gothique *aihwa* élément composant de différents mots. Il correspond aussi à l'avestique *aspa*, au grec ἵππος, au latin *equus*, etc., de même sens. Dans le groupe slave, il n'y a pas de nom appartenant à cette série, sauf peut-être le vieux slave *ehu*, élément composant de différents mots.

Ce n'est qu'un détail peut-être, mais ce détail d'abord a besoin d'être expliqué. Si minime que soit un fait, il est interdit de l'omettre.

Un auteur a supposé que la série slave *Kon'*, *Koni*, vieux russe *Komoni*, tchèque *Komon'*, avait son point de départ dans quelque nom non aryen, et par exemple finnois (Le Vogoul *Kinetkä*, donnerait l'impression de quelque filiation de ce genre). Mais nous avons dans le vieux slave, *Kobyla* et le lithuanien *Kumé* des noms qui correspondent évidemment au grec καβάλλης, latin *caballus*, et ont

*thropologie*, 1903, p. 203), tout comme Sergi, partisan de l'origine africaine, comprend dans la même race les Scandinaves. Ce sont les faits mêmes qui ont suggéré nécessairement et logiquement cette extension. Il est besoin de dire après cela qu'elles étaient injustes et hâtives les critiques et les faciles sarcasmes qu'une telle unification a attirées à Sergi, si le fait de cette unité somatique tend à être admis universellement.

d'ailleurs le même sens. *Kobyla*, en polonais, est encore employé en mauvaise part et les deux mots grecs et latins récents ont, en effet, le sens de « bête de somme » et, par corruption, de « rosse ». Or, le tchèque *Komon'* parent de *Kumé*, l'est aussi sans doute de *Kobyla* qui l'est lui-même de *caballus*. Il est donc possible que les noms slaves soient peu anciens et datent de l'introduction du cheval comme bête de labour par exemple.

Les similitudes suivantes : vieux-haut-allem. *stuota*, Anglo-Saxon, *sto'd*, vieux nordique *sto'd*, lithuanien *stodas*, vieux slave *stado* pour « troupe de chevaux », ne sont pas nécessairement en rapport avec le cheval domestique. Il en est autrement peut-être de πωλος « poulain », correspondant au gothique *fula*, irlandais *(p) lair*. Les deux mots grec et latin ιππος et *equus* sont le centre et la source de tout un vocabulaire.

Cette prolifèration, tout en marquant l'importance acquise par le cheval, ne démontre pas l'ancienneté de son usage comme bête de selle et de trait. Les mots comme ιππακη, fromage de lait de jument, et ιππημολγοι, peuples qui se nourrissent de lait de jument, ne sont pas eux-mêmes nécessairement anciens, puisqu'ils ne se rapportaient sans doute pas aux Grecs. Et les noms comme ιππαρχης, chef de cavalerie, ιππιας, statue équestre, ιππιατρος vétérinaire, ιπποδρομος hippodrome, ιπποπηρα porte-manteau de cavalier, ιπποστασις, etc. etc. appartiennent évidemment à la pleine époque historique, à la pleine civilisation grecque. Nous avons, en effet, des preuves historiques que l'emploi du cheval, pour le travail et le transport, est peu ancien en Europe.

Mais, pour ne laisser rien dans l'obscurité et réfuter jusque dans les plus petits détails l'hypothèse asiatique, nous devons envisager la possibilité d'un contact en Asie entre les protoaryens et les empires mésopotamiens, au point de vue de l'emploi du cheval. Les Égyptiens de l'ancien empire n'ont pas connu le cheval. Après les invasions des Hycsos, toutefois, et, en tout cas, dès le commencement de la XVIII[e] dynastie, ils employaient le cheval attelé. Des chars attelés de deux chevaux sont représentés sur les monuments de l'époque, et il y en a qui paraissent être sans mors. Les chevaux montés sont postérieurs d'environ deux siècles.

Le cheval de trait était donc employé assez couramment en Égypte dès le XVIII[e] siècle environ et il avait été introduit de l'Asie. Cette introduction dans ces conditions et pour cette époque est une œuvre de civilisation. Les pasteurs à demi civilisés des régions voisines n'élevaient pas alors de chevaux, croit-on. « L'inventaire des

richesses de Job, qui habitait le nord de l'Arabie vers le XIVe siècle avant notre ère, indique 7000 brebis, 3000 chameaux, 500 paires de bœufs et 500 ânesses, mais il n'y est pas question de chevaux, dit Gabriel de Mortillet *(Origines de la Chasse*, p. 390). Malheureusement le livre de Job date de IIIe siècle avant notre ère. Il me paraît bien impossible de rapporter au XIVe siècle les renseignements qu'il contient. Peu importe. Mais que les nomades de l'Arabie n'aient élevé des chevaux que tardivement, cela est conforme à ce que nous savons d'autre part. D'après la Bible cependant, Salomon (Xe siècle avant Jésus-Christ) possédait 40.000 chevaux pour les chars et 12.000 chevaux de selle.

Le livre des rois où ce détail est donné n'est aussi que du IVe ou IIIe siècle avant Jésus-Christ. Mais ce détail se rapporte à son tour, non à l'élevage du cheval en Arabie, mais à l'ancienneté de sa domestication dans l'Asie antérieure. Les Assyriens semblent avoir possédé le cheval de tout temps. Leurs chars et attelages sont identiques à ceux des Égyptiens, sauf les différences dues aux différences d'exécution dans les gravures. On peut donc affirmer que dans l'Asie antérieure, l'usage des chars attelés de chevaux remonte au delà du XVIIIe siècle avant notre ère. Le cheval, en Mésopotamie, a été introduit de l'Est ou du Nord-Est. Le nom qu'il porte dans les inscriptions cunéiformes de la Chaldée, tiré de celui de l'âne, *pas*, a le sens de : âne de la montagne ou de l'Est, *pas-Kurra*, parce que *Kurra* entre dans la composition du nom du vent d'Est. Il est inutile, pour notre sujet, d'examiner ce côté de la question de plus près ou, du moins, d'aller plus loin pour l'origine du cheval. Si les Protoaryens avaient été aux confins de la Mésopotamie ou même au Nord-Est de celle-ci, vers 2.500 avant notre ère, il est presque certain ou plus que probable qu'ils auraient connu le cheval comme animal de trait. Aussi, par précaution et sans aucune vérification, leur a-t-on attribué, en général, la connaissance, bien plus, l'emploi du cheval comme animal de trait et de selle.

Voyons donc quel cheval ils ont connu et quels emplois de ce cheval. Tous les chevaux mésopotamiens sont de la grande race dite asiatique par Sanson. Ce sont donc ces chevaux que les protoaryens devraient avoir connus. Ils s'en seraient servis, disent les défenseurs de l'hypothèse asiatique, dès l'époque de l'unité *(Piètrement*, p. 192). Le sanscrit *sadin, sadi,* remarque Pictet, signifie « guerrier », plus spécialement celui qui combat à cheval ou sur un char, de *sad* « sedere » par opposition au fantassin *padaga*. Mais dans les chars de guerre on ne pouvait se tenir que debout. Les

guerriers, dans leurs chars, combattaient debout. D'après une énumération approximative, dit encore Pictet, le sanscrit n'a pas moins de cent quarante à cent cinquante noms pour le cheval, la jument et le poulain. Mais il ajoute lui-même : « La plus grande partie de ces noms est d'une origine relativement récente, et un petit nombre seulement d'entre eux *peut être considéré comme aryen.* »

Pictet reconnaît pour le sanscrit ce que j'ai affirmé pour le grec. Mais alors comment fonder sur ce vocabulaire l'existence d'une connaissance protoaryenne de l'emploi du cheval?

En réalité, les ancêtres des Indo-iraniens et les habitants des steppes ont peut-être connu plutôt que les autres aryens l'usage du cheval monté. Mais les protoaryens, dans leur ensemble, ne l'ont pas connu. Nous n'avons pas, du moins chez eux, un seul indice de la connaissance de cet usage. Et, ce qui est pour nous encore le plus important pour le moment, ils n'ont certainement pas connu le grand cheval asiatique.

En effet, s'ils l'avaient connu, dans l'hypothèse de l'origine asiatique, ils l'auraient introduit en Europe 2.500 ans avant notre ère.

Nous trouverions donc, en Europe, ce cheval avant l'âge du bronze, puisqu'ils connaissaient à peine le métal et puisque le bronze d'ailleurs lui-même ne s'est pas répandu dans l'Europe centrale antérieurement au deuxième millénaire d'avant notre ère.

Or, que trouvons-nous en Europe, pendant le néolithique et surtout à la fin? Pas la moindre trace du grand cheval asiatique, pas la moindre trace de l'emploi du cheval comme animal de trait ou de selle, mais des traces de son utilisation comme animal de boucherie. Et on ne saurait pas dire avec assurance s'il était élevé en domesticité ou s'il était capturé à la chasse.

On a beaucoup discuté la question de savoir si le cheval était déjà domestiqué à l'époque quaternaire. Lorsqu'on découvrit, par exemple, devant la station de Solutré, un magma formé d'ossements de cheval agglutinés, on pensa que, pour avoir pu réunir tant de ses restes, les habitants de la station avaient dû élever l'animal. Les restes des animaux tués à la chasse ne sont jamais au complet dans les foyers des cavernes, par exemple, certaines parties de l'animal étant généralement abandonnées sur le terrain. Dans le magma de Solutré, on trouvait toutes les parties du cheval, les os étant d'ailleurs fendus et raclés comme ceux des animaux tués à la chasse.

Mais ces restes représenteraient-ils 100.000 individus, comme on en a fait le calcul, cela ne serait pas très extraordinaire. Qu'une seule tribu de chasseurs ait vécu à Solutré pendant 3 ou 400 ans, le temps

d'épuiser les ressources du pays en gibier, et cela suffit à expliquer une pareille accumulation. Les chasseurs capturaient des chevaux qui étaient des bêtes de petite taille à grosse tête ou les blessaient seulement pour les amener à proximité de leur station, au lieu de les tuer sur place. Et ils choisissaient dans les troupeaux les bêtes adultes de 3 à 7 ans, laissant les jeunes grandir et les autres pourvoir à la reproduction. Ils n'avaient, en réalité, aucun moyen de faire plus, aucun moyen de les tenir à couvert, n'ayant eux-mêmes que des abris de rochers, ou de garder au dehors des troupeaux. Ils n'avaient, non plus, aucun intérêt à se charger de l'élevage de ces chevaux qui s'élevaient fort bien tout seuls, puisqu'ils ne les prenaient que pour les manger.

Il ne peut donc pas être question de domestication à propos d'eux.

Cependant, depuis la découverte des cavernes à parois couvertes de gravures, la question est revenue en discussion. M. Capitan a relevé, sur les parois de la grotte des Combarelles, des chevaux avec des traits sur le dos limitant une surface carrée, dans laquelle on a voulu voir une couverture, avec un trait sur le cou, dans lequel on pourrait voir un licol. Les auteurs de ces gravures ont fort bien pu représenter, en effet, des liens autour d'un animal pris au lasso de cuir, sans qu'on soit en droit d'en conclure à la domestication. Et, d'ailleurs, les conditions de l'existence des habitants de ces cavernes étaient les mêmes que celles des habitants des abris de Solutré. Ils ont pu capturer des chevaux et les maintenir à l'attache. Les domestiquer, à supposer que cela leur ait été possible, ne pouvait être pour eux qu'une peine inutile et un embarras.

Personne assurément ne conteste aujourd'hui que nos populations quaternaires n'ont pas complètement disparu de notre sol avec certains des animaux dont elles vivaient. Elles se sont perpétuées à l'époque néolithique, en subissant quelques légères modifications de caractères. Et leurs descendants, plus ou moins directs, sont encore en grand nombre parmi nous. Il en est de même pour le petit cheval quaternaire. Il fut, à l'époque néolithique, aussi abondant qu'auparavant. Il fit, d'ailleurs, alors partie de la faune des steppes de l'Europe centrale, détail à retenir. Or, nous savons pertinemment qu'il ne fut pas domestiqué encore, que son emploi comme animal de selle ou de trait est resté inconnu. Si, en effet, un tel emploi avait été connu, on en trouverait des traces dans les stations néolithiques, dans les stations lacustres en particulier, où tous les détails des mœurs de leurs constructeurs ont pu être si bien étudiés. Or, dans les villages lacustres, alors que les restes des animaux certaine-

ment domestiqués comme le bœuf, la chèvre, le mouton, le chien, sont très abondants, ceux du cheval sont extrêmement rares, « si rares, a dit Rütimeyer, qu'il me semble présumable que ceux trouvés à Robenhausen, Wauwyl, etc., doivent avoir été amenés du dehors dans les constructions sur pilotis à titre de proie ». Dupont est allé jusqu'à dire : Le cheval disparaît complètement, comme aliment, à l'âge de la pierre polie, et cela paraît général. Il n'y a pas de restes de cheval dans les villages lacustres de la haute Autriche.

Il y en a dans les fonds de cabane de l'Italie, dans ceux des Abruzzes, notamment, qui, en raison de l'absence du chien et de la hache polie, ont passé pour être du commencement de l'âge néolithique. Il y en a dans la station de Veyrier (Haute-Savoie), regardée comme plus ancienne que les palafittes, avec des restes de mouton, de porc, de petit bœuf. *(Rev. École d'Anthrop.* 1904, p. 158.)

Et de nouveau, pendant le plein et jusqu'après la fin du néolithique, il n'y en a plus de trace. Par exemple, on n'en a pas trouvé dans la caverne de Zachito, près Caggiano, province de Salerne (Sud de l'Italie). Cette grotte de Zachito, dont la faune a été fort bien étudiée par E. Regalia (Patroni : *La grotta presistorica del Zachito.* — Regalia : *Sulla fauna delle grotte di Frola e Zachito*, 1 br. gr. in-8°. Florence. 1903), offre un intérêt exceptionnel. Elle a été habitée à la fin d'un néolithique probablement tout local, où le commerce du littoral introduisait déjà des outils de bronze. Les habitants faisaient un peu de culture et avaient de nombreux animaux domestiques : deux races de porcs, deux ou trois races de bœufs, deux races de moutons et une de chèvres, trois races de chiens. Ils étaient sous ce rapport très avancés. Leurs poteries sont d'ailleurs d'une facture déjà supérieure. De plus, ils étaient certainement en relations avec l'orient de la Méditerranée, car, fait unique en son genre, parmi les restes de leurs animaux domestiques, on a trouvé des débris d'un chameau. Ce chameau aurait peut-être pu être amené d'Afrique. Il est bien plus vraisemblable qu'il a été transporté par mer de l'Asie, par les importateurs mêmes des outils de bronze. Eh bien! avec lui il n'y a pas de traces d'un cheval quelconque, ni du grand cheval asiatique, ni du petit cheval de l'Europe centrale. En Sicile, il y a bien déjà des chevaux, des chevaux importés, à Castelluccio, station de même âge que celle de Zachito. Il n'y en a pas dans le pur néolithique de Santinello (*op. c.* p. 17 et l'*Anthropologie*, t. VIII, 1897, p. 143).

Ainsi, au commencement de l'âge du bronze et lorsque des relations d'échange existaient sûrement et depuis un certain temps entre le littoral de l'Italie et celui de l'Asie, il n'y avait pas du tout de

cheval dans l'Italie méridionale, car son absence à Zachito a été constatée également dans d'autres grottes. Rien ne peut être plus décisif. Cependant, dans les fonds de cabane des Abruzzes, il y a des restes du petit cheval d'Europe, comme il y en a aussi un peu dans les lacustres. Quelle interprétation donner de ces circonstances? Nous n'éprouvons pour cela aucun embarras. Les auteurs des fonds de cabane italiens, par exemple, vivaient encore surtout de chasse. Cela a été prouvé. Ils avaient peu d'animaux domestiques. Donc, ils chassaient aussi et mangeaient le cheval. Mais, lorsque l'homme eut assez de troupeaux et fit assez de culture pour ne demander à la chasse qu'un faible appoint, il n'y eut presque plus de restes de chevaux dans ses stations, et tel est le cas pour les stations lacustres de la Suisse. Lorsqu'enfin, il renonça presque tout-à-fait à la chasse en raison de la variété et de l'abondance de son bétail, les traces de chevaux disparurent de ces rejets de cuisine. Tel est le cas pour les lacustres de la haute Autriche, des cavernes de Zachito, de Petrosa, qui se correspondent pour l'âge. Le cheval étant d'autant plus rare que les animaux domestiques sont plus abondants, la conséquence est claire. Il n'était pas lui-même domestiqué. A l'époque néolithique, le cheval n'était donc qu'un gibier. Et cela seul juge la question de la domestication à l'époque quaternaire. Si le cheval avait été domestiqué pendant le quaternaire, cette connaissance si simple ne se serait pas perdue par la suite. Mais, encore une fois, le cheval était l'animal le plus facile à chasser, ou l'un des plus faciles, et sa chasse n'offrait aucun risque. L'homme n'avait aucun intérêt quelconque à l'élever lui-même jusqu'au moment où il a voulu s'en servir comme animal de trait et de selle.

A l'époque néolithique, je le répète, le cheval était néanmoins abondant. Et on a continué à le manger un peu partout.

On a trouvé de ses restes dans des stations (V. par ex. Piétrement, *Les chevaux*, etc., p. 122.) disséminées de côté et d'autre. Mais ces stations appartiennent à des régions où la culture était peu développée. C'était avant tout, d'ailleurs, un animal de steppe. Et il était sûrement peu commun dans les régions de hauteurs ou accidentées, où l'homme cherchait ses abris rocheux.

Les Protoaryens ayant des mœurs correspondantes à celles de l'âge de la pierre polie, nous devons nous demander s'ils ont connu, pratiqué cet usage européen de manger le cheval. Eh bien! oui, ils l'ont connu, pratiqué, conservé même pour leurs descendants dispersés, chez lesquels nous le retrouvons en pleine histoire. Les Finnois Tchérémisses sacrifient encore le cheval à leurs dieux pour le manger.

L'existence de cet usage a été reconnue chez les Indiens védiques, les Iraniens, les tribus grecques, les Prusses ou Borusses, les Romains, les Germains, les Illyriens. « Que ce cheval, à la large croupe, est-il dit dans l'un des hymnes védiques, vienne heureusement combler l'espérance des dieux... O victime, quand de ton ventre cuit au feu d'Agni la broche vient à sortir, que rien ne tombe à terre sur le gazon... Si ceux qui voient le cheval cuit disent : « Il sent bon, coupez-en un morceau », accueillez la demande de quiconque voudra de cette chair. Cependant, on a apporté les vases destinés à recevoir les chairs ou les sauces qui les arrosent, les marmites, les chaudrons, les plats, les instruments de cuisine, et on les place autour du cheval. La hache tranche les trente-quatre côtes du rapide cheval. Laissez entières les autres parties... Que la hache ne s'appesantisse pas longtemps sur ton corps... »

La religion des Aryasvédiques n'a fait ainsi que consacrer la coutume hippophagique des protoaryens de l'âge de pierre, de ceux des steppes en particulier. Les vieux Perses accomplissaient les mêmes sacrifices sur les hauteurs. Ils mangeaient d'ailleurs aussi le cheval. sans aucune cérémonie. Parlant d'eux : « Le jour de leur naissance, dit Hérodote (I, 133), les gens riches se font servir un cheval, un chameau, un âne ou un bœuf entier rôti... »

Les Massagètes, qui sacrifiaient des chevaux au soleil, d'après le même historien (I, 226), n'avaient aussi d'autre but que de les manger, comme les Scythes.

En Europe, les coutumes hippophagiques se sont conservées de l'âge de pierre jusqu'au moyen âge partout où le cheval vivait en troupes sauvages. Je disais qu'il avait cessé de faire partie de l'alimentation là où, le bétail étant abondant, on ne chassait plus ou on chassait peu. On ne le trouve pas, en conséquence, dans les centres de civilisation de la fin de la pierre polie. On le trouve rarement de même dans ceux du commencement du bronze.

Les palafittes du lac Varèse, au sud du lac Lugano, dont l'âge s'étend de la pierre au fer, ne renfermaient pas, semble-t-il, de restes de chevaux dans leurs assises inférieures, bien que les animaux de chasse y fussent encore nombreux. Mais, dans les palafittes de la Suisse appartenant à l'âge du bronze, il y en a constamment et bien plus qu'auparavant. Mais il y a aussi des mors entiers en bronze, des montants de mors en bronze ou en corne de cerf, qui nous prouvent que nous n'avons plus affaire là seulement au cheval chassé, mais en outre au cheval domestique et employé comme monture ou bête de trait. Des mors du même genre et d'époques

correspondantes ou postérieures ont été trouvés très disséminés en fort petit nombre en France, en Hongrie, en Grande-Bretagne, en Italie. Ils appartenaient surtout à des pacotilles de marchands ambulants d'objets en bronze, à des cachettes. Dans les villages de l'âge du bronze élevés au nord-est de l'Italie, dans l'Émilie particulièrement, au milieu de marais artificiels, villages bien connus sous le nom de terramares, les restes de chevaux sont habituellement brisés comme ceux des autres animaux de boucherie. On n'avait donc pas cessé de les manger. On y a trouvé des montants de mors en corne de cerf, qui prouvent cependant que le cheval y était utilisé aussi pour le transport. Les Scythes nomades, intimes parents des Saces, des vieux Perses, des Massagètes, se nourrissaient surtout de viande de cheval, de fromage et de lait de jument. Nous avons sur ce point le témoignage d'Hérodote, que je viens de rappeler. Nous avons aussi celui de Strabon (L. VII, c. IV, 6). Les anciens Grecs mangeaient aussi de la viande de cheval et nous voyons encore, dans Homère, Achille immoler quatre superbes chevaux sur le bûcher de Patrocle, coutume générale chez les Scythes et qui s'est perpétuée jusqu'aux temps modernes, notamment chez les Lithuaniens.

Le pape Zacharie (741-752), qui suivait attentivement l'œuvre de Boniface, apôtre de la Germanie, lui écrivait : *Etiam et fibri, et lepores et equi silvatici multo amplius vitandi.* — « La loutre, le lièvre et le cheval sauvage sont à éviter par-dessus tout. »

Donc au milieu du XIIIe siècle de notre ère, les Germains mangeaient encore du cheval et du cheval sauvage surtout. Je ne sais pas pourquoi le pape le proscrivait. Mais il est clair que c'est la religion chrétienne qui l'a fait disparaître de l'alimentation, puisqu'il ne s'y est maintenu jusqu'à nos jours que chez les Finnois païens.

Quel était ce cheval sauvage mangé à l'époque néolithique et par les protoaryens et dont l'usage comme viande de boucherie a été transmis à tous les peuples aryens et s'est perpétué même chez les Germains jusqu'aux temps modernes? Quel était le cheval domestique à l'époque du bronze, dont on a des mors de provenances très diverses.

Sur cela encore, nous sommes parfaitement renseignés. J'ai dit qu'à l'époque néolithique, c'est le petit cheval quaternaire qui survivait, trouvant dans les steppes du centre et de l'est, les mêmes conditions d'existence qu'autrefois.

Des mors de l'âge du bronze, ceux de Corcelettes (Suisse, lac de Neuchâtel) indiquent par leurs dimensions qu'ils étaient fabriqués pour des chevaux dont la bouche était moins large que chez nos

chevaux d'aujourd'hui (Mortillet, *Origines de la chasse*, p. 374). Des ossements des chevaux des terramares ont été mesurés par Strobel et comparés à des os de nos chevaux de selle. Ils sont notablement plus petits. Ainsi les radius les plus longs avaient 345 mm., alors que les radius du cheval actuel ont 375 millim. Seulement cinq ou six crânes entiers de chevaux de l'âge du bronze, trouvés au fond du lac de Bienne, auraient été reconnus par Sanson pour appartenir à la grande race asiatique. (Piétrement, p. 375). Les habitants de ces palafittes étaient eux-mêmes d'abord des émigrés de l'Asie.

On a trouvé un très grand nombre de restes de chevaux dans les Kourganes de la Russie méridionale. Jusqu'à l'époque où se montre la belle industrie grecque, peut-être même jusqu'à l'époque scythe, soit jusque vers le VI$^{e}$ ou V$^{e}$ siècle avant notre ère, tous les chevaux appartiennent à la même petite race quaternaire du centre de l'Europe (*Eq. Caballus minor*, de Woldrich), qui abonde aussi dans les cavernes de Cracovie.

Dans un très vieux tombeau d'Uwisla (Galicie orientale), on a trouvé avec du bronze, des coquilles de la Méditerranée, une défense de sanglier, un *mors en fer*. Il se rapporte à ce même petit cheval. Les Scythes eux-mêmes montaient surtout ce petit cheval. Les mors en bronze et en fer des Kourganes scythes se rapportent à lui (De Baye, *L'Anthropologie*, 1895, p. 385).

Ce sont là des faits d'autant plus graves qu'aucun doute ne plane sur eux. Ils sont inconciliables absolument avec l'hypothèse asiatique. Si les défenseurs de cette hypothèse s'étaient préoccupés de la démontrer, ils s'en seraient les premiers aperçus.

Les ancêtres des peuples aryens de l'Europe étaient bien en Europe, suivant eux-mêmes, à l'époque du bronze. S'ils y étaient venus de l'Asie, nous verrions avec le bronze le grand cheval asiatique s'imposer partout. Or, avec le bronze nous voyons bien, en effet, un cheval sûrement domestiqué ; mais c'est le petit cheval indigène de l'Europe que les indigènes mangeaient depuis les temps quaternaires. Dans les terramares de l'Émilie, sûrement occupées par les ancêtres des Latins, c'est aussi ce petit cheval que nous trouvons. Nous l'y trouvons seul et il y est encore mangé.

Il faudrait s'interdire le moindre raisonnement pour ne pas en conclure que les Aryens ne sont pas venus d'Asie, que les protoaryens *habitaient l'Europe à l'âge de la pierre polie* et que ce sont bien eux qui mangeaient des chevaux, comme l'indiquent les mœurs de la plupart de leurs descendants.

L'histoire, s'il était besoin, nous fournirait dans ce sens les preuves

les plus directes. Nous savons en effet par elle quels chevaux avaient les Thraces, les Germains, les Gaulois.

Tous les anciens nous ont donné le cheval gaulois-celtique, germanique, comme très rustique, très résistant au froid et à la fatigue. C'est justement la caractéristique du petit cheval indigène de la steppe qui ne paie pas de mine. César, à propos des Suèves, dit (*De bello gallico*) : « Ils trafiquent plutôt pour vendre ce qu'ils ont pris à la guerre que pour acheter, sans être curieux de *chevaux étrangers*, comme les Gaulois qui en donnent un prix excessif. Ils se servent de ceux du pays qui sont petits et sans grâces *(parva et deformia*, petits et difformes), mais deviennent bons pour le travail par un continuel exercice. Ils mettent souvent pied à terre dans les combats, puis remontent sur leurs chevaux, qui sont accoutumés à demeurer à leur place en les attendant. Ils n'ont ni selle ni aucun autre équipage et prennent cela pour une trop grande délicatesse. »

Ainsi les chevaux indigènes en Gaule et en Germanie étaient petits, difformes. Les autres employés en Gaule étaient, encore au temps de César, connus pour être d'importation étrangère. Aucune équivoque ne peut subsister sur ce point. Le véritable cheval des Aryens de l'Europe était encore en pleine histoire le descendant de nos petits chevaux quaternaires, de nos petits chevaux néolithiques. Si les Germains, les Gaulois étaient venus de l'Asie, des régions voisines des grands empires de la Mésopotamie, ils en auraient sûrement amené un autre qui aurait avantageusement concurrencé celui-là. Or les Aryens de l'Europe ont bien domestiqué et n'ont domestiqué que ce petit cheval européen. Homère appelle les Thraces des dompteurs de chevaux *(Iliade*, XIII, 3). Or les Thraces, souche de tant de nations aryennes, habitaient justement au centre de l'Europe, à proximité de cette zone des steppes, patrie de prédilection de notre petit cheval. Nous tenons d'Hérodote même une description très exacte de ce cheval aryen. « On ne peut rien dire de certain, lit-on livre V, par. 9 de son histoire, sur les peuples qui habitent au nord de la Thrace. Mais le pays au delà de l'Ister paraît désert et immense et n'est occupé, autant que j'ai pu l'apprendre, que par les Sigynnes. Leurs habits ressemblent à ceux des Mèdes. Leurs chevaux sont petits et camus ; leur poil est épais et long de cinq doigts ; *ils n'ont pas assez de force pour porter les hommes ;* mais, attelés à un char, ils vont très vite, et c'est *la raison qui engage ces peuples à faire usage des chariots.* »

Nous n'avons pas besoin, on le voit, de faire des efforts d'imagination pour arriver à savoir pourquoi le chariot avait déjà tant

d'importance chez les protoaryens, Hérodote nous le dit. Ils ne connaissaient pas l'usage du cheval monté. Ces soi-disant conquérants asiatiques qui seraient venus civiliser l'Europe 2.500 ans avant notre ère ne savaient même pas monter à cheval. Ils n'avaient rien de ce qui fait les conquérants ordinaires. Mais s'est-on demandé comment ils ont pu accomplir des conquêtes si étendues en n'ayant à leur service, pour parcourir leurs espaces, qu'un lourd et informe chariot grinçant? Les partisans de l'hypothèse asiatique sont restés à court d'explications sur ce point, comme sur presque tous les autres. Mais eux-mêmes n'ont pas contesté le fait. « Le cheval n'était pas monté, dit d'Arbois de Jubainville; la langue indo-européenne n'avait pas de mot pour exprimer l'idée de l'équitation. Aucun des héros d'Homère ne pratiquait encore, autrement que par exception, cet art resté inconnu aux dieux les plus anciens de la mythologie grecque et, bien plus tard, l'usage homérique du combat en char persiste dans la plus ancienne épopée de l'Irlande ! »

Cela n'est pas fait pour nous embarrasser, nous. Bien au contraire. Nous n'avons eu recours aux cavalcades brillantes ni pour l'aryanisation de l'Asie, ni pour celle de l'Europe. En Asie, les Indo-Iraniens, primitivement pasteurs nomades, se sont répandus le long des territoires occupés par les populations agricoles et sédentaires, presque sans efforts guerriers, comme aujourd'hui les Peuhls dans l'Afrique centrale, auxquels je les ai comparés. Les grandes conquêtes à leur profit n'ont eu lieu que sous Cyrus, sous Darius. En Europe, les protoaryens ayant été installés de tout temps dans le centre et vers la zone mitoyenne de l'Est, il n'y a eu de leur part qu'un graduel écoulement vers le sud et l'Ouest, des colonisations par étapes échelonnées, des migrations successives à travers des pays peu habités qui n'ont pris le caractère d'invasions véritables qu'à l'âge du fer.

Le petit cheval aryen, bête rustique facile à manier, qu'Hérodote décrit si bien dans sa patrie au-delà de l'Ister et que César signalait plus tard comme étant encore le seul employé de son temps en Germanie, le seul indigène en Gaule, F. Forster l'a vu encore sauvage en Crimée, en Ukraîne jusqu'en Asie, au XVIII[e] siècle. Il le décrivait dans une lettre adressée à Buffon sous le nom tartare de *Tarpan* qui lui est resté. « Il est toujours de petite taille, disait-il, et la tête est à proportion plus grande que dans les chevaux domestiques. »

Déjà, les Saces l'avaient emmené avec eux dans le Turkestan et, sur des monnaies de rois Saces il est bien reconnaissable et facile à distinguer du grand cheval asiatique. Il n'a pas disparu et, encore

au temps de Forster. Mongols et Cosaques « le tuaient à la chasse pour en manger la chair ».

Les ancêtres des Grecs ont connu ce cheval, puisque dans leurs mœurs subsistaient des traces d'hippophagie. Mais, adapté au climat venteux et froid des steppes, il n'a jamais vécu en Grèce. On ne l'y a pas trouvé à l'état fossile et les Grecs eux-mêmes ne l'ont pas vu chez eux à l'état sauvage. « Les Grecs n'ont point parlé des chevaux sauvages, dit Pline (XXVII, 45), parce que leurs contrées n'en produisaient point. »

Une légende antique, trop souvent reproduite pour ne pas correspondre à un fait réel, veut que ce soit Neptune qui ait donné le cheval à la Grèce. Il est appelé tantôt *dompteur*, tantôt *donâteur* du cheval, *précieux à la guerre*. Cela signifie indubitablement que le cheval monté a été introduit en Grèce par la mer.

Et cela est conforme aux renseignements que nous avons sur l'origine du cheval monté. Cette introduction a-t-elle eu lieu déjà du temps des Pélasges, comme l'admettent des auteurs (*Piétrement*, p. 313)? Peu importe, au fond, l'origine asiatique du grand cheval en question n'étant pas contestée. Les Pélasges n'étaient pas aryens. Hérodote, au reste, le dit. Leur langue n'avait rien de commun avec celle des Grecs (I, 57). Et j'ai montré, dans mon cours de l'hiver 1902-1903, en revenant sur l'opinion qui en faisait des méditerranéens dolichocéphales, j'ai montré que les Pélasges devaient être surtout de ces brachycéphales de type appelé par moi médique, ou hétéen-mède-tadjik, de même souche que nos brachycéphales de l'époque du bronze. Ces derniers ont pénétré, par la presqu'île des Balkans et le centre de l'Europe, jusqu'en Angleterre. Pourquoi ne se seraient-ils pas d'abord répandus en Grèce? Nous savons qu'ils y étaient établis avant même l'arrivée des Hellènes, par les mélanges que présentaient déjà les Grecs anciens, qui offrent dans leurs statues deux types différents, l'un blond à tête allongée, l'autre brun à tête aplatie postérieurement.

Ce sont des immigrants asiatiques, bruns et brachycéphales, qui ont introduit le bronze en Europe. Or, dans des stations lacustres de l'âge du bronze, celles du lac de Bienne, nous l'avons vu, avec des objets prouvant que le cheval était alors domestiqué; on a récolté des crânes de chevaux attribués, non à l'espèce indigène, mais à la grande espèce *asiatique* par Sanson, espèce devenue depuis si prédominante et qui est celle des chevaux du Parthénon, sculptés au milieu du v^e^ siècle avant notre ère.

Ce n'est que dans un sens très général et par abréviation que j'ai

donné le nom de médiques aux introducteurs du bronze, le type des Mèdes nous étant connu.

Dès une haute antiquité, cependant, la Médie fut un centre d'élevage du cheval. Strabon en a recueilli (XI, 13, 7) le témoignage :

« La grande Médie, dit-il, comme l'Arménie, du reste, est très favorable à l'élevage des chevaux. Elle contient notamment, sous le nom d'*Hippobotum*, une vaste prairie que traverse la grande route allant de la Perse et de la Babylonie aux Pyles Caspiennes et où paissaient, dit-on, au temps de la domination persane, jusqu'à 50.000 juments appartenant aux haras royaux. » C'est de là, c'est des Mèdes et des Perses qu'en pleine histoire les Grecs ont reçu les leçons qui en ont fait des écuyers.

Il y a quelques traces de l'existence de courses de chevaux montés, aux jeux Olympiques, dès une époque assez reculée. Mais ce qu'on pratiquait habituellement, à ces jeux, c'étaient des courses de chars. A l'époque de la guerre de Troie, les Grecs savaient assurément monter à cheval, d'après les dires d'Homère (*Piétrement*, 270). Mais la façon habituelle d'utiliser les chevaux à la guerre était de les atteler à des chars et ils n'avaient pas d'autre emploi. « Homère ne montre pas un seul héros combattant à cheval sous les murs de Troie. Toute la cavalerie de l'*Iliade* est montée sur des chars. » Et bien des siècles après, les chevaux montés n'étaient pas encore utilisés. A la bataille de Platée, 479 avant notre ère, il n'y avait pas encore de cavalerie.

Comme l'a rappelé d'Arbois de Jubainville, cité tout à l'heure, l'usage de ne combattre qu'avec des chariots attelés était encore conservé seul dans l'île de Bretagne au temps de César. Celui-ci dit en effet de ses habitants : « Voici leur manière de combattre avec ces chariots. D'abord ils les font courir sur tous les points en lançant des traits et, par la seule crainte qu'inspirent les chevaux et le bruit des roues, ils parviennent souvent à rompre les rangs. Quand ils ont pénétré dans les escadrons, *ils sautent à bas de leurs chariots et combattent à pied ;* les conducteurs se retirent peu à peu de la mêlée... »

En Asie, au contraire, l'usage des chars de guerre a été de bonne heure accompagné et suivi de celui du cheval monté. Le cheval a joué un très grand rôle dans les guerres des Assyriens.

Et ce cheval est précisément, nous l'avons dit, le cheval asiatique introduit en Grèce dès l'origine et dont on a relevé la présence, probablement exceptionnelle, dans les palafitfes du lac de Bienne.

D'après les textes assyriens, les chars de guerre furent employés

par les rois d'Assyrie dès une époque inconnue. Ils le furent d'abord exclusivement peut-être, une inscription de Téglath-Phalasar Ier (XIIIe siècle avant notre ère) ne parlant pas de cavalerie. Mais un bas-relief de Babylone représentait déjà la grande Sémiramis à cheval. Des bas-reliefs représentent des archers assyriens à cheval. Sur un bas-relief, Assur-ban-abal (667-626) est figuré debout en avant de deux chevaux de selle tenus par la bride. D'après une inscription de Assour-nasir-habal (923-899), les chevaux montés auraient été couramment employés à la guerre, en Assyrie et dans les pays limitrophes, dès le Xe siècle avant notre ère. Dans les inscriptions postérieures, il est constamment question de tributs de chevaux, de prise de cavaliers et de leurs chevaux, de levées d'hommes montés.

Les Mèdes connaissaient l'usage du cheval monté en même temps que les Assyriens, sinon avant eux. En tout cas, héritiers de la puissance assyrienne vaincue par eux, ils furent sûrement pour beaucoup dans l'abandon des chars de guerre au profit de la cavalerie.

L'hiéroglyphe du cheval ne se rencontre en Égypte, avons-nous dit, que dans les inscriptions de la fin de la XVIIe dynastie, c'est-à-dire qu'au moment de la ruine de la domination des Hyksos. Le cheval joue ensuite un rôle considérable dans les guerres de la XVIIIe dynastie et surtout dans celles des XIXe et XXe dynasties; mais c'est comme moteur de chars de guerre. Les chars de guerre furent en grand honneur. La cavalerie resta presque inconnue. Les cavaliers reproduits exceptionnellement sur les monuments sont, soit des étrangers, soit des gens qui se sont jetés à l'improviste sur un cheval sans selle pour fuir ou porter une nouvelle. Il en résulterait que les pasteurs Hyksos, contrairement à ce qu'on aurait pu croire, n'ont pas envahi l'Égypte montés sur des chevaux. Ce détail a de l'importance. Mais, dans une inscription d'Amenophis II de la XVIIIe dynastie, les Khétas ou Hittites, un instant redoutables pour l'Égypte et qui étaient aussi de la même souche que les Mèdes, sont signalés comme montant à cheval. Amenophis II lui-même prit de sa main sur l'Euphrate vingt-six chevaux et dix-huit hommes qui les montaient.

L'usage du cheval monté peut donc bien avoir été connu dans l'Asie antérieure, dès l'origine de l'empire Assyrien, et même avant le XVIIIe siècle avant notre ère, qui est l'époque de la XVIIIe dynastie. Mais il ne l'a sans doute pas été beaucoup avant, les Hyksos, ancêtres des Hittites, ne l'ayant point connu, semble-t-il.

Les Scythes, qui se sont rejetés sur le sud de la Russie, étaient des cavaliers. Ils avaient des chariots comme les Kymris ou Celtes,

et c'étaient « leurs seules maisons ». Comme le dit Hérodote (IV, 46), « ils étaient habiles à tirer de l'arc étant à cheval. » Leurs tombeaux se distinguent par la présence constante d'os de chevaux, le cheval étant sacrifié chez eux ordinairement sur la tombe de son cavalier. Avec les harnachements, on a trouvé de véritables selles, preuve, d'ailleurs superflue, que leurs chevaux étaient montés. Les Scythes, nous l'avons vu, montaient encore surtout le petit cheval de la steppe. Leurs congénères d'Asie, les Saces, montaient ce même petit cheval encore après notre ère. Il est figuré sur leurs monnaies, trapu, bas sur jambes, à longs poils, à col court (*Bullet.* 1898, p. 80 et 1899, p. 708), tel qu'Hérodote décrit le cheval du Danube. Dans certains Kourganes scythes figurent des restes du grand cheval asiatique. Celui-ci ne leur était donc pas inconnu, puisque d'ailleurs eux avaient vécu pendant de longs siècles dans l'Asie centrale, au moins en partie. Mais, s'ils l'ont introduit en Europe, ce n'est qu'après le VIe siècle avant notre ère, époque de leur invasion.

Il est fort possible qu'ils aient pris en Asie l'habitude qu'ils avaient de vivre à cheval, puisqu'ils avaient été en contact avec les régions médiques où l'usage de la cavalerie est ancien.

Lorsque Hérodote raconte les plus anciennes guerres d'Asie mineure (I. 27), il dit que les peuples s'y préparaient « en achetant de grandes quantités de chevaux ». Il dit en particulier des Lydiens (I, 79) : « Ils combattaient à cheval avec de longues piques et étaient excellents cavaliers. » Lorsque Cyrus voulut attaquer Crésus, la cavalerie de celui-ci l'inquiéta. Pour la disperser, il usa d'un stratagème en faisant avancer des rangées de chameaux dont la vue effraya les chevaux (542). Cyrus lui-même, d'ailleurs, avait de la cavalerie, sans chars de guerre. Son aïeul, le Mède Cyaxare (635-595), avait déjà, suivant Hérodote (I, 103), constitué une cavalerie à part, « en divisant les peuples d'Asie en différents corps de troupes, les piquiers, les archers, les cavaliers. » L'usage de la cavalerie était donc commun chez les Mèdes comme chez les Assyriens.

Il en était encore à cette époque, tout autrement en Europe et chez les Grecs. Hérodote, énumérant tous les peuples qui fournirent des contingents à Xerxès (VII, 84) pour envahir la Grèce (480), dit : « Toutes ces nations ont de la cavalerie, bien que toutes n'en eussent point amené. La cavalerie perse était armée comme l'infanterie... » Mais aucune, sauf les Indiens, n'avait de chars de guerre.

L'usage des chars était donc alors abandonné pour celui du cheval monté. La cavalerie des Perses fit beaucoup de mal aux Grecs (*Hérodote*, IX, 139, 48, 49, 51), avant la bataille de Platée (479). L'usage

du cheval monté ne leur était pas inconnu. Mais ils n'avaient pas de cavalerie (*Hérod.*, IX, 29). Le mal que leur fit la cavalerie perse leur servit de leçon et c'est seulement alors qu'ils se mirent à élever et à dresser des chevaux de selle (1).

Il est bien facile de comprendre après cela que l'usage du cheval monté ait été encore inconnu dans le centre de l'Europe du temps d'Hérodote et, dans la Bretagne, du temps de César.

Dans notre première antiquité classique, en Grèce même, le cheval monté n'était encore qu'un animal de luxe, les nomades de la steppe mis à part. Le but de son dressage, sa destination presque unique, c'était la guerre. On voyait en lui un animal héroïque, on en admirait la vitesse et la fougue. Sa longue éducation faisait de lui un certain cheval qui, préféré à tous les autres, n'a cependant pas supplanté complètement les vieilles races indigènes. Celles-ci, grandies par leur mélange avec lui, ont conservé des formes lourdes, peu gracieuses, mais aussi plus de résistance aux travaux grossiers. Tout en développant son emploi à la guerre, on a donc de plus en plus assujetti le cheval aux besoins vulgaires de l'homme et, en changeant de destination, il a changé de nom. L'ancien *bellator equus* disparaissait et à ce nom d'*equus*, si complètement lié à celui du cavalier, du guerrier, se substituaient ceux de *caballus*, de *paraveredus*. *Caballus* a d'abord le sens de mauvais cheval ou de « cheval de travail », mais, quoique bien tard venu, il pénètre dans les langues gauloises pour désigner tous les chevaux (irl. *capall*, bret. *cavel*, Kymr. *cefyll*) et il est l'ancêtre des noms du cheval dans les langues romanes ou ayant des éléments d'origine latine (franç. *cheval*, italien, *cavallo*, roumain, *cal*, albanais, *Kal*). *Paraveredus* servait d'abord à désigner le cheval employé au service des postes sur les lignes frontières et, d'après O. Schvader, il aurait été usité seulement au temps d'Auguste, les Romains l'ayant alors tiré du Gaulois *vo-reidos*, kymr. *gorwydd*, gaël. *rêda* « voiture ». C'est seulement au VI^e^ ou VII^e^ siècle qu'il apparaît dans le vieux haut allemand *pferfrit*, dans le bas allemand *périd*. Ces mots, en raison de l'utilisation nouvelle du cheval, ont remplacé ses anciens noms indigènes. Et c'est d'eux que vient le nom allemand actuel du cheval en général, *pferd*.

Ainsi des emplois du cheval qui nous paraissent primitifs, tellement ils nous sont familiers, n'ont été de pratique courante dans l'Europe du centre et du nord que vers le VI^e^ siècle de notre ère.

(1) PAUSANIAS : « Après l'expédition du roi des Mèdes, Xerxès, dans la Grèce, les Lacédémoniens furent de tous les Grecs ceux qui s'adonnèrent le plus à élever des chevaux... »

Il serait après cela tout-à-fait déraisonnable de supposer que le cheval a pu être utilisé autrement que comme animal de boucherie, à l'époque néolithique. Nous tenons pour certain que les habitants des palafittes de l'âge de pierre, en Suisse, n'ont vu en lui qu'un gibier. Les protoaryens ont certainement vu en lui aussi, et avant tout, un animal de rapport, estimé seulement pour sa viande et peut-être, au moins dans la steppe, pour son lait. Ils ont complètement ignoré le cheval monté, le *bellator equus* des Assyriens et des peuples de l'Asie Mineure que les Grecs eux-mêmes n'ont élevé que tardivement. Ils ont connu aussi le chariot, il est vrai, et il est supposable, en conséquence, qu'ils savaient atteler le cheval à leurs chariots, comme le faisaient leurs descendants sur le Danube encore au temps d'Hérodote. Cela est seulement supposable. Il est possible également qu'ils aient attelé des bœufs. Les Scythes eux-mêmes, connaissant cependant le cheval monté, attelaient des bœufs (*Hérodote*, IV, 69). Et bœufs et chevaux leur rendaient des services du même genre.

Après nous avoir décrit comment ils faisaient cuire les chairs désossées du bœuf dans le ventre de l'animal, au-dessus d'un feu allumé avec ses propres os, Hérodote nous dit : « Ils immolent aussi d'autres animaux et principalement des chevaux » (IV, 61). Ces mœurs sont indubitablement un reflet, une survivance de l'époque protoaryenne.

---

## M. BIAILLE

Pharmacien à Chemillé (Maine-et-Loire)

### SILEX ET OSSEMENTS TROUVÉS AU CONFLUENT DE LA LOIRE ET DU LAYON

*— Séance du 6 août —*

L'existence d'une station préhistorique moustérienne aux confluents des rivières le Jeu, le Layon et la Loire, est un fait local passé inaperçu en dehors d'un nombre restreint de personnes.

Le terrain joignant cette station est formé d'alluvions et peu élevé au dessus du niveau de la Loire, une faible crue le transforme en un lac de plus d'un kilomètre d'étendue. Il en est ainsi de nos jours pendant une partie de l'hiver, et cet état pouvait bien être permanent autrefois.

En bordure de cette région s'étendent de vastes amas ou, pour mieux dire, de récifs coralliens de l'époque dévonienne. Le calcaire, de couleur foncée par suite de la présence d'une petite quantité de bitume, fournit, après calcination, une chaux blanche, liante et estimée.

C'est en aménageant un chemin d'exploitation pour une carrière dite de Roc-en-Paille que fut mise à jour la station qui nous occupe.

Elle se composait, au dire des ouvriers qui y ont travaillé, d'une vaste caverne par devant laquelle se trouvait une muraille d'ossements de forme demi-circulaire, mesurant trois mètres à la base sur deux de hauteur. Le tout était recouvert par du sable et de l'argile.

Le bruit de cette découverte insolite parvint au Dr Farge, d'Angers, qui s'y transporta et l'étudia de concert avec M. Gaignard, vétérinaire à Chalonnes, commune dont dépend Roc-en-Paille.

Il y fut reconnu une molaire d'éléphant, des dents d'ours, la la presque totalité étant formée d'ossements de cheval et de bœuf brisés pour l'extraction de la moelle — sous l'abri et épars çà et là divers instruments de silex. — Pour construire le chemin on enleva la roche surplombante et le tout demeura recouvert sous une épaisse couche de déblais.

C'est dans ces conditions que j'ai fait les recherches qui m'ont permis de présenter au Congrès d'Angers des dents de cheval et de bœuf, un calcanéum de cervidé et de nombreux outils et pointes moustériennes.

A en juger par l'étendue occupée, la population pouvait être nombreuse sur ce point, y trouvant à vivre de chasse et de pêche, le lac formé au moment des crues de la Loire étant encore particulièrement poissonneux de nos jours.

---

M. le Comte de CHARENCEY

à Paris

## DE L'ORIGINE AMÉRICAINE DU *PHASEOLUS VULGARIS* [581.9:412]

*— Séance du 8 août —*

Lors de la réunion, à Berlin, du Congrès des Américanistes, un savant allemand a fait, plusieurs d'entre vous, sans doute, se le rappellent, une communication relative à l'origine américaine de

diverses sortes de *Phaseolus* et notamment de notre Haricot ordinaire, de la plante appelée « fayol » en langage populaire (1).

Voici, en résumé, les raisons par lui alléguées pour soutenir sa manière de voir.

Tout d'abord, on ne rencontre ce végétal ni dans les tombeaux égyptiens, ni dans les palafittes de la Suisse, qui nous ont conservé tant d'échantillons de la flore cultivée par les hommes des anciens temps.

Les descriptions que nous ont laissées divers auteurs, grecs ou latins, des légumineuses utilisées à leur époque, ne sont pas très détaillées et peuvent s'appliquer aussi bien à des représentants du genre *Dolichos* qu'à ceux du genre *Phaseolus* (2).

Au contraire, dès les débuts du XVI[e] siècle, c'est-à-dire jusqu'au moment de la découverte du Nouveau-Monde, les narrateurs nous parlent de diverses sortes de haricots comme faisant l'objet d'une culture très répandue chez une foule de tribus, tant du Nord que du Sud de l'Amérique. Notre auteur cite à ce propos Oviédo, Garci-Lasso de la Vega, Cieza de Léon et beaucoup d'autres.

Enfin, dans les collections botaniques rapportées jadis de ces régions par Reisset Staebel, les graines de haricots figurent en abondance. Elles se rapportent à des variétés nettement tranchées, ce qui indique qu'on cultivait cette plante depuis longtemps.

Au contraire, jusque vers la fin du XVI[e] siècle, elle était encore peu répandue en Europe. M. Wittmack cite, à ce propos, l'envoi d'un plat de haricots fait en 1579, par Nathan Chryseus, à son compère Samuel Schœnemann (Caloander). A cette curiosité, l'envoyeur avait joint une pièce de vers latins hexamètres, apprenant la manière de faire cuire les graines expédiées.

Sans entrer dans un examen plus détaillé de la question, bornons-nous à faire remarquer que certaines considérations philologiques nous paraissent militer en faveur de la thèse soutenue par le savant allemand.

Dans la plupart des idiomes de l'Europe, le nom de ce végétal est formé par voie de composition plutôt que de dérivation, comme c'est le cas pour les plantes dont l'introduction est relativement récente, la pomme de terre, par exemple.

(1) M. Wittmack, *Die Nutzpflanzen der alten peruaner*, p. 334 et suivantes des publications du *Congrès international des Américanistes*; compte rendu de la 7[e] session (Berlin, 1888).

(2) Quelques écrivains ont parlé de graines de haricot, trouvées à Pompéi, mais je ne sache pas qu'elles aient fait l'objet d'uné étude approfondie. Peut-être s'agit-il simplement de graines de lupin qui furent longtemps très recherchées en qualité de comestible.

Ainsi, le *Phaseolus vulgaris* s'appellera, en Allemand, *Schminkbohne* ou « fève fardée », à cause sans doute de la couleur plus ou moins vive de ses graines; en Anglais, *Kidney-bean*, litt. « fève-rognon », en raison de sa forme la plus habituelle; en Hollandais, *Klimboom* ou « fève-lierre », parce que c'est le plus souvent une plante grimpante, ou *Snijboom*, litt. « fève taillée » et également *Witteboom*, litt. « fève blanche ». Pour simplifier les choses, le Magyar donne à la fois au haricot et à la fève le nom de *Bab*, qui est le L. *faba*.

D'autres appellations indiquent d'une façon plus frappante encore une origine non seulement exotique, mais encore américaine. Si l'Espagnol désigne ce végétal par le terme de *Judia*, litt. « La plante juive », si l'Allemand lui donne également le nom de *Tuerkische bohne*, litt. « fève Turque », cela ne nous fait-il pas voir que ce végétal avait été emprunté à des populations non chrétiennes et réputées guères plus hétérodoxes que les Hébreux ou les Musulmans? » Ce n'est pas la première fois que nous voyons l'épithète de Turk appliquée à des produits essentiellement américains. Rappelons, à cet égard, notre Maïs ou « Blé de Turquie », le *Turkey Cock*, litt. « Poulet Turk » ou *Turkey* qui est, en Anglais, le Dindon.

Qu'on n'oublie pas non plus le *India baba* ou « fève d'Inde » désignant le haricot en basque. Pour les premiers explorateurs, l'Amérique faisait partie de l'Inde et les indigènes de cette région sont encore aujourd'hui dénommés *Indiens*. Voilà pourquoi nous qualifions de « Dindon » ou « Coq d'Inde », le gallinacé originaire des États-Unis.

Enfin, il n'est par jusqu'à notre terme de haricot pour désigner le *Phaseolus vulgaris* qui ne constitue un argument en faveur de sa provenance américaine. Dès le XIV[e] siècle, le terme *haricot* ou mieux *héricaut*, indiquait spécialement, non un légume, mais bien le ragoût appelé aujourd'hui encore *Haricot de mouton*. Mais d'où vient ce terme? On a voulu, nous dit Littré, le regarder comme pris à l'Arabe *Hali-gote*, lequel aurait désigné le mets en question. Toutefois, ce mot ne paraît point se retrouver dans le lexique arabe. D'autres ont songé au latin *Aliquot*, litt., « une portion quelconque », mais cette manière de voir donnerait lieu à plus d'une objection. L'opinion la plus acceptable ne serait-elle pas encore celle qui consiste à y voir les deux termes *Héri coctus*, « cuit de la veille » « mis à la cuisson dès la veille ». On concevrait, à la rigueur, cette métaphore pour indiquer un plat exigeant une cuisson assez prolongée, bien qu'elle n'ait jamais, sans doute, été de 24 heures.

Quoi qu'il en soit, ce serait, d'après Génin, dans le cours du XVII<sup>e</sup> siècle que nous commençons à trouver la locution « fève de haricot » employée pour désigner la graine de cette légumineuse. Jusqu'alors, suivant toute apparence, elle portait le nom de « fève ». Aujourd'hui encore, en Normandie, on dit *fève* ou mieux *fenve*, pour haricòt, et cela par opposition au terme *Gourgane*, vraisemblablement pris au Bas-Breton qui désigne la fève de marais.

Deux raisons ont pu introduire l'emploi de la locution « fève de haricot », plus tard simplifiée en *haricot*. N'est-il pas tout d'abord, à supposer qu'avant l'emploi de la pomme de terre comme aliment usuel, lequel ne date en France que de la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle, c'était surtout avec des graines de *Phaseolus* qu'on accommodait le ragoût de mouton?

Un autre motif, toutefois, nous paraît pouvoir être allégué, et celui-là d'ordre purement philologique. Ce serait la ressemblance phonétique de notre mot *haricot* avec le vocable *Ayacatl*, traduit par Molina, dans son dictionnaire mexicain-espagnol, par *frisol grueso*, lequel pourrait bien n'être que le *Phaseolus multiflorus* ou « Haricot d'Espagne ». Sans doute on pourra nous faire observer que la langue mexicaine ne connaît pas le son *r* et il restera à se demander comment le *y* de *Ayacatl* aurait pu devenir un liquide guttural en Français. A cela nous ferons observer que l'existence d'une forme ancienne ou locale *Aracatl* n'offrirait cependant rien de bien étrange. En définitive, si le *r* ne se rencontre pas dans l'Aztèque tel qu'on le parle aujourd'hui à Mexico, il a bien pu exister, dès une époque ancienne, dans certains dialectes de cet idiome. M. le capitaine Maler nous a signalé, dans une localité dont nous ne nous rappelons plus le nom, l'emploi de *Citara* « Étoile » au lieu du classique *Citlatl*. D'ailleurs, la transformation du *r* en *y* semble de règle dans le sud de la Nouvelle-Espagne. C'est ainsi que le *Car* « poisson » du Quiché ou Guatémalien est devenu *Cay* dans le Maya du Yucatan.

Il se serait donc passé pour notre terme *haricot* quelque chose d'analogue à ce qui, comme le conjecture M. Witmack, se serait déjà produit pour *Fayol* ou *fayot*, nom populaire, parmi nous, du haricot. Ce serait sa ressemblance avec le mot *frijol*, ou *frizol*, *frisol*, probablement de provenance américaine lui aussi, qui aura décidé nos compatriotes à rendre synonyme de haricot le latin *Phaseolus* désignant une espèce indéterminée de légumineuses.

Résumons-nous en disant que, suivant toute apparence, il convient d'ajouter les *Phaseolus vulgaris* et *multiflorus* à la liste déjà si longue des végétaux farineux empruntés au nouveau Monde.

# M. le Comte DE CHARENCEY

à Paris

## LES NOMS DES POINTS DE L'ESPAGNE CHEZ LES PEUPLES CELTO-ITALIQUES ET GERMAINS [412]

— *Séance du 6 août* —

### I. — TABLEAU des noms des points de l'espace chez les peuples de souche Italo-Celtique

| | | EST | SUD | OUEST | NORD |
|---|---|---|---|---|---|
| | ITALO-CELTIQUE (restitué) | *Pareiteros* | *Deksivos, Deksteros, Deksos* | *Eperos* | *Nertros?* |
| | PANCELTIQUE (restitué) | *Areiteros* | *Deksos, Deksivos,* | | *Toutâ* |
| LANGUES CELTIQUES — GROUPE KIMRIQUE | 1° Vieux Gaulois (restitué) | *Areiteros* | *Deksos Deksivos* | *Eeros* | *Toutâ Vokliyâ* |
| LANGUES CELTIQUES — GROUPE KIMRIQUE | 2° Gallois | *Dwyrain* | *Deheu Dehau, De* | *Gorllewyn* | *Gogledd* |
| LANGUES CELTIQUES — GROUPE KIMRIQUE | 3° Bas-Breton ou Armoricain | *Sao-heol Sével-héol* | *Kreisteiz* | *Kûz-héol Klézé* | *Hanter-noz Stéren* |
| LANGUES CELTIQUES — GROUPE GAÉLIQUE | 1° Irlandais | *Oirthear* | *Deas* | *Iar, iarthar* | *Tuath, Fochla* |
| LANGUES CELTIQUES — GROUPE GAÉLIQUE | 2° Écossais ou Gaëlique d'Ecosse | *Sios* | *Deas* | *Iar* | *Tuath* |
| LANGUES ITALO-ROMANES | LATIN | *Oriens* | *Auster, Notus Meridies* pour *Media dies* | *Occidens* | *Septentrio* |
| LANGUES ITALO-ROMANES — LANGUES NÉO-LATINES | 1° Italien | *Levante, Oriente* | *Mezzodi, Austro, Noto* | *Ponente, Occidente* | *Settentrione Tramontana* |
| LANGUES ITALO-ROMANES — LANGUES NÉO-LATINES | 2° Roumain | *Estŭ, resaritu* | *Medŭ-di, Sudŭ* | *Vestŭ, Occident,* | *Nordŭ, Septintrione* |
| LANGUES ITALO-ROMANES — LANGUES NÉO-LATINES | 3° Espagnol | *Este, Oriente, Levante* | *Sur, Sud* | *Oeste, Occidente* | *Norte, Septentrion* |
| LANGUES ITALO-ROMANES — LANGUES NÉO-LATINES | 4° Portugais | *Este, Leste, Oriente* | *Meia-dia, Sul* | *Oeste, Occidente* | *Norte, Septentrião* |
| LANGUES ITALO-ROMANES — LANGUES NÉO-LATINES | 5° Vieux Provençal | *Orien Orient* | *Media, Meidia* | *Occident* | *Septentrio* |
| LANGUES ITALO-ROMANES — LANGUES NÉO-LATINES | 6° Français | *Est, Levant, Orient* | *Sud, Midi* | *Ouest, Occident* | *Nord, Septentrion* |

## SUR LES NOMS DES POINTS DE L'ESPACE CHEZ LES PEUPLES DE SOUCHE CELTO-ITALIQUE

C'est un fait aujourd'hui acquis à la science que les ancêtres des deux familles Italique et Celtique ont jadis formé un groupe spécial au sein du rameau Indo-Européen et parlé un dialecte à part que nous pouvons, en partie au moins, rétablir d'une façon, il est vrai, quelque peu conjecturale.

Les Italo-Celtes semblent, tout comme les Aryus primitifs, aussi bien que les populations parlant le sanscrit, avoir conservé dans leur langage un témoignage de la coutume où ils étaient de s'orienter vers le Levant, de façon à avoir l'Est devant eux, l'Ouest derrière, le Sud à leur droite et le Nord à leur gauche (1).

Chez eux, en effet, le Levant s'appelait *Pareiteros* (2), c'est-à-dire « Plus en avant », forme comparative d'une préposition *Parei* : « Près, en avant » à rapprocher du latin *præ ;* grec παραί ; Lithuanien, *prë*. Comparez à ce mot préceltique le Sanskrit, *Prâtchi* « Est » et « En avant, devant ».

Le *p* Aryaque tombant régulièrement en Celtique, on a eu dans la langue Préceltique, aussi bien qu'en Gaulois, *Areiteros*, d'où l'Irlandais *Oirthear* « Est ». Les autres dialectes Celtiques, aussi bien que ceux du groupe Latin, emploient, pour désigner ce point de l'espace. des termes d'origine différente. On a, en Gallois, *dwyrain*, litt. « Le côté de l'aurore, de *Dwyr ;* « Aurore » (3). Le Gaëlique d'Écosse *Sios, Shios* rappellerait davantage, quant au sens, le vocable Irlandais puisqu'il est synonyme de « En face, à l'opposite ». Enfin, le Bas-Breton *Sao-héol* rappelle un peu le Latin *Oriens*, puisqu'il est l'équivalent de « Montée, levée du soleil » ; *Cf. Sao, Sav, Sa ;* « Levée, montée, élévation, levée d'un corps céleste et *Heol ;* « Soleil ».

Le Sud est naturellement la région de droite. Les formes Préceltique et Gauloise *deksos, deksivo-s, dekstero-s* « Droite » et « Midi, le » nous présentent la même racine que le sanskrit *Dakchinâ*, d'où le nom de la région du Dékkan qui constitue le Sud de la péninsule Indostanique. Cf. le latin *dextera* « droite ». Grec δεξίος « qui est à droite » pour un primitif δεξι τός ; Lithuanien, *deszinè ;* « La droite ».

(1) Le même système d'orientation existe chez les Sémites, ainsi qu'il a déjà été remarqué. D'autres peuples, au contraire, et entre autres les Bouryètes et Tongouses de l'Est Sibérien, s'orientaient sur le Midi (Voir Castren, *Nordische Reisen und Forschuengen* (Grammaires des langues Bouryète et Tongouse).

(2) M. Whitley-Stokes, *Verkeltischer Schpraschatz*, art. *(p)ara* et *(p)er*.

(3) O'Brienn, *Irish Dictionary*, 2e vol., p. 161.

Gothique *Taihsvu*, « A droite ». En tout cas, c'est bien ce *Deksos* primitif que nous rencontrons dans l'Irlandais et Gaëlique d'Écosse *deas, dess*; « Midi, Sud ». Gallois, *deheu, dehau* (même sens). Cornique, *dyghow, dyow*. Le Bas-Breton *dehou, déou, déeau* est substantiellement le même mot, mais ne se prend que dans le sens spécial de « droite », par opposition à « la gauche ».

Le Bas-Breton *Kresteiz* « Sud » signifie « milieu du jour », de *Kreiz* « media pars » et *Deiz*, « Dies ».

Le nom de l'Ouest a dû être quelque chose comme *Eperos* en Préceltique. Ce mot signifiait proprement « Postérieur, tardif, en arrière ». Cf. Sanskrit *Prâtichi*; « En arrière ». Grâce à la chute normale du *p* Indo-Européen en Celtique, *Eperos* a dû devenir *Eeros* en vieux Gaulois, d'où le *Iar* de l'Irlandais « Ouest » et aussi « noir, obscur » ainsi que *Iarthar* signifiant spécialement l'Ouest d'une région déterminée, la « partie occidentale ».

Le Gallois *Gorllewyn*, pour Occident, semble formé d'un *gor* diminutif et de *LLewin*; « lumière ». L'Ouest est donc, par excellence, la région de la lumière affaiblie, *id est* du soleil couchant. Remarquons que le *gor* avec valeur diminutive se retrouve encore dans le Gallois *Gorynys*; « presqu'île » de *Ynys*; « île », en Bas-Breton *Gourenez (Enez)* « île ». Le même *Gor* apparaît encore comme péjoratif, par exemple dans *Gordderch* « concubine », litt. « qui est l'objet d'un mauvais amour de *Serch* « *Amor* ». Comme l'a fait ressortir M. Ernault, ce *Gor* n'a rien à faire étymologiquement avec son homophone *Gor, Gour* augmentatif du Breton et du Gallois, lequel était *Ver* en vieux Gaulois, ainsi que le prouvent les noms propres *Vercingétorix, Vergassilaunus, Veromandui*. Ajoutons enfin que le *Ver* en question n'est autre chose que le Ὑπερ du grec; *Super* du latin, *Ueber* de l'Allemand.

L'Armoricain désigne ce même point de l'espace par les mots *Kûz-Héol*, litt. « Cachette du soleil », Cf. *Kuz*; « cachette, coucher d'un astre », l'antithèse de *Sevel-Héol*, nom de l'Orient ou *Klézé* dont l'origine reste obscure, peut-être apparenté au gallois *Kled* « à gauche », mais non avec le Bas-Breton *Klézé* « Épée ».

Reste le nom du Nord, dont la forme la plus archaïque est difficile à déterminer. Laissons de côté le vieux gaulois *Vo-Kliyâ* dont il va être question tout à l'heure. On a en Ombrien *Nertro*; « gauche, la » et *Nertuku*; « Ad sinistram » à rapprocher, sans doute, du grec Νέρτερος; « Inférieur, situé plus bas » et, par extension, « Mort, défunt ». Or, ce terme Ombrien paraît bien se retrouver comme le fait ressortir M. Kluge dans l'Allemand *Nord*; « Septentrion,

nord (1) ». Mais, d'autre part, il est bien difficile que ce mot ait passé directement de l'Italie centrale en Germanie. Le plus sûr serait de supposer qu'il a dû y être porté par les Gaulois. Il aurait donc, à l'origine, été commun aux Celtes et aux Italietes. Au reste, cette assimilation du Nord et de la Gauche semble pour ainsi dire forcée chez des peuples qui s'orientaient sur le Soleil levant.

Un autre terme pour le même point de l'espace dut être commun, jadis, au moins, à toutes les tribus de race Celtique. On le retrouve, en Irlandais, sous la forme *fochla*; en Gallois, sous la forme *Gogledd*. Rapprochez-en le Bas-Breton *Gwalern*, « Septentrional », d'où notre terme *Galerne*, « vent du Nord-Ouest » dont le dictionnaire de Darmesteter déclare l'origine incertaine. Tout ceci supposerait un vieux gaulois *Vo-Kliyâ*; « Nord » litt. « Vers la Gauche » Cl. Irlandais, *Clé*; « Gauche la »; Vieux Gallois, *Cled*; Gallois moderne, *Cledd;* Bas-Breton, *Kleiz;* Gaulois (hypothétique), *Kliyo-s*; « Laevus ».

L'Armoricain *Hanter-Nôz* signifie litt. « Minuit »; Cf. *Hanter, hañter*, « Moitié » et *Nôz* « nuit ». Le Nord, dans cet idiome, c'est donc le « côté de la moitié de la nuit », de même que *Kresteiz*, « l'Orient » Gb le « côté de la moitié du jour ». Un autre mot désignant chez nos Bretons le même point de l'espace, c'est *Stéren, Stérenn*; « Étoile » et, spécialement, l'Étoile polaire.

Passons maintenant à *Tuath*, autre nom du Septentrion en Irlandais et en Gaëlique d'Écosse. Ce terme signifie également « La gauche ». Irlandais *Tuaith*; « au nord » et *Tuathum*; « à ma gauche ». L'origine première de ces termes reste assez obscure. Ils supposeraient en Gaulois une forme *Toutâ* qui devait déjà posséder le sens de « Peuple, tribu »: Cf. Gallois, *Tûd*; « Terre »; Cornique, *Tus*; Bas-Breton, *Tud*; « Nation, peuple », ainsi que l'Ombrien *Toto*; « Ville, Cité ». Osque, *Tuutu*; « Peuple »; Gothique, *Thiuda*; « Nation, peuplade ». On ne voit pas trop quelle relation aurait pu exister entre les idées de « Peuple » et de « Nord ». Préférera-t-on adopter comme conforme à la réalité des faits l'hypothèse émise par M. Whittey-Stokes, que ce *Tuath* pourrait bien être apparenté au Gothique *Thiuth*; « Dieu? » Le Nord serait donc le côté sacré par excellence.

On sait que, d'après la mythologie Étrusque, le septentrion passait pour le séjour des dieux. Il faudrait convenir que, sur ce point, les Celtes se trouvaient à l'antipode des Sémites, pour lesquels

(1) M. Kluge, *Etymologisches Wœrterbuch der Deutschen Sprache*, Arb. *Nord*.

le Sud constituait la région favorable par excellence, comme le prouve le nom d'Arabie-heureuse donnée à la portion la plus méridionale de la Péninsule Arabique, et cela par opposition à l'Orient, qui était le point sacré et consacré par la religion.

Chez les peuples de race latine, le souvenir de l'orientation primitive ne semble pas s'être aussi fidèlement maintenu, du moins en ce qui concerne les noms des plages de l'Univers. Il n'y a guère que dans le nom de Nord que nous puissions en retrouver une réminiscence. Encore s'agit-il ici d'un terme visiblement pris au Germanique, et cela à une époque relativement assez moderne. Le latin *Oriens* et *Occidens* signifient simplement l'endroit où le soleil se lève et se couche. *Auster*, pris comme synonyme de « Sud, Midi », désignait primitivement le vent du Midi et dérive du Grec Ἄυω « sécher, souffler, dessécher ». C'est le vent brûlant ou plutôt qui apporte la sécheresse. Il est à remarquer que le vent, très humide dans l'archipel et une partie de la Grèce continentale, est, au contraire, fort sec dans le Latium. Un autre mot également d'origine Hellénique, servant à désigner le même point du Rhumb, c'est *Notus* qui, à l'origine, s'appliquait spécialement au vent méridional. Reconnaissons-y le Grec Νότος « Midi, vent du Midi », que l'on a voulu dériver de Νοτίς « humidité ».

Reste enfin le terme *Septentrio* pour le Nord. L'on est d'accord, aujourd'hui, pour y reconnaître un composé de *Septem triones* ou mieux *Septem Striones*, litt. « les sept astres » (1), et cela par allusion aux sept étoiles de la Grande-Ourse située dans la portion boréale du firmament. L'opinion de Varron, étymologiste si sujet à caution, comme l'on sait, et qui traduisait *Septentrio* par les sept bœufs de labour, est reconnue aujourd'hui insoutenable.

Les noms latins des points de l'espace ont passé dans les dialectes Romans. Quelques autres comme l'Italien et l'Espagnol *Levante*, litt. « l'endroit où le soleil se lève », l'Italien *Ponente* « Ouest », litt. « la place où se pose le soleil à son coucher »; *Tramontana* pour « Nord », litt. « la région d'au-delà des montagnes, de la chaîne des Alpes », sont encore d'origine latine. Peu avant le XII[e] siècle, suivant toute apparence, les noms germaniques ont commencé à pénétrer dans le domaine Roman, et cela sans doute, par la langue d'Oil ou Français du Nord. Nous en étudierons tout à l'heure la signification

(1) Th. Mommsen. *Histoire romaine*, trad. de M. de Guerle. t. I[er], chap. XIII, p. 236 (Bruxelles, 1863).

(2) M. Max Mueller. *Nouvelles leçons sur la science du Langage*, trad. de MM. G. Harris et G. Perrot, II, 6[e] leçon, p. 67 (Paris, 1867).

primitive. N'oublions pas qu'on ne rencontre pas encore ces termes exotiques dans le lexique du vieux Provençal, mais qu'ils ont passé jusque dans l'idiome Roumain, si séparé toutefois, géographiquement, de ses congénères. Enfin, le Portugais, *Lest* pour « Orient », nous offre un nouvel exemple de l'accolement de l'article qui suit, tout comme l'Italien, *Lordura,* pour *La ordura*; le Français *Lierre* du latin *Illa hedera.*

**II. — TABLEAU des noms des points de l'espace chez les peuples germaniques**

| | EST | SUD | OUEST | NORD |
|---|---|---|---|---|
| Vieux Haut-Allemand ..... | *Ôstan* | *Sundan* | *Westan* | *Nord* |
| Moyen Haut-Allemand..... | *Ôsten* | *Sunden* | *Westen* | *Nort* |
| Allemand..... ........... | *Osten* | *Sued* *Sueden* | *Westen* | *Norden* |
| Vieux-Saxon.............. | *Ôst* | *Sûth* | *West* | *North* |
| Anglo-Saxon.............. | *East* | *Sûdh* | *West* | *North* |
| Anglais.................. | *East* | *South* | *West* | *North* |
| Hollandais............... | *Oosten* | *Zuid, Zuyd* *Zuiden* | *West* | *Noord* |
| Vieux Norrain............ | *Austr* | *Sunnan* (au Sud) | *Vestr* | *Nordr* |
| Suédois.................. | *Oester* | *Sœder, Syd* | *Vester* | *Nord, norr* |

SUR LES NOMS DES POINTS DE L'ESPACE CHEZ LES PEUPLES GERMAINS

L'Allemand *Osten*, tout comme notre mot *Est* qui lui est apparenté, semble signifier simplement l'*Aurore*; Cf. L'Indo-Européen *Ausôs*; Sanskrit. *Ushâs* « Aurore »: Latin, *Aurora* pour un archaïque *Ausosa*, de même que *Aurum* « Or », pour une vieille forme sabine *Ausum*, d'après Festus. Cf. le Grec Ἠώς « Aurore, aube, point du

jour », pour un primitif Ἠϛός; Lithuanien, *Auzrà*, de la racine *Ush* « briller, être ardent, brûlant ».

Le terme *Sued, Sueden*, est pour un primitif *Sunden*. Le *n* médial s'est conservé en vieux et moyen Haut-Allemand. Il a disparu, croit-on, de l'Allemand moderne, de l'Anglo-Saxon et de l'Anglais, sous l'influence du Hollandais ou du Bas-Allemand. Encore s'est-il maintenu exceptionnellement jusqu'à ce jour, dans certains noms propres Allemands, par exemple *Sundgau*, *Sundheim*. L'origine première du nom de ce point de l'horizon reste obscure. Ne conviendrait-il pas de le rapprocher du Gothique *Sunnô* « Soleil »; litt. « le côté du soleil ».

On hésite également, en ce qui concerne la provenance de *Westen*, « Ouest ». Pictet voudrait y voir un dérivé d'un terme signifiant le désert; Cf. Anglo-Saxon, *Westen*, *Weste*, *West* « desertum »; Vieux Haut-Allemand, *Wosti;* Vieux Norrain, *Vast*, *Vœst* « pelagus » dont il conviendrait peut être de rapprocher le latin *Vastus*, *Vastum*, « dévasté, ravagé », aussi bien que Sanskrit *Vas*, *Vast* « Interficere, occidere », d'où *Vasra*, « Mors », *Vasu*, « sec, stérile » (1). Cette étymologie semble avoir été inspirée au savant Genevois par sa façon de voir relativement au berceau de la race Indo-Européenne. Il la plaçait, on le sait, dans les vallées de la Bactriane. Le séjour de nos premiers aïeux aurait donc été borné à l'Ouest par un désert de sables confinant à la Caspienne. Nous serions plus portés, je l'avoue, à nous ranger à l'opinion de M. Kluge, lequel voit dans Westen, un mot à rapprocher du Grec Ἑϛπέρα « soir, crépuscule » pour un ancien Εἰϛπερα, du latin *Vesper*, m. s.

Il a été question plus haut de l'explication à donner pour *Norden*, le nom Allemand du septentrion et nous n'avons pas à y revenir ici.

(1) A. Pictet. *Les origines Indo-Européennes ou les Aryas primitifs*, t. Ier, chap. v, p. 112 (Paris, 1859).

M. A. LEDOUBLE

à Tours

## A PROPOS DE DEUX CRÊTES OCCIPITALES EXTERNES APOPHYSAIRES HUMAINES

[611.91]

— *Séance du 8 août* —

La crête médiane longitudinale qui s'étend de la protubérance occipitale externe à l'opisthion peut faire entièrement ou partiellement défaut. En général elle est peu prononcée et toujours moins en haut qu'en bas. Sur le crâne d'un Hindou qui m'a été donné par le docteur Orillard, de Richelieu, et qui provient de la collection phrénologique de Boussais, elle manque complètement. Je possède deux crânes très curieux que je décris succinctement :

I. Crâne asymétrique d'une phtisique, décédée en 1895, à l'âge de 28 ans, à l'hôpital général de Tours.

Bosse frontale gauche et bosse occipitale droite très fortes; bosses pariétales presque effacées. Sutures crâniennes très apparentes. Suture incisive complètement synostosée. Diamètre antéro-postérieur maximum 179,9. Diamètre transverse 142,8. Indice céphalique 79,3. Diamètre vertical ou basilo-bregmatique 132,1. Indice vertical 73,4. Courbe frontale 17,4. Courbe pariétale 124,5. Courbe occipitale sous-iniaque 69,9. Largeur bizygomatique 132,1. Longueur de la face 86,4. Indice facial 65,4. Indice orbitaire 89,1.



FIG. 1.

L'occipital n'offre rien d'anormal, sauf sa crête longitudinale postérieure qui, peu marquée dans ses deux tiers supérieurs, est formée, dans son tiers inférieur, par une mince lamelle quadrangulaire apophysaire. Des quatre bords de cette lamelle, l'antérieur est curviligne (voy. le dessin ci-contre); le postérieur vertical est renflé; le supérieur, oblique de haut en bas et d'avant en arrière et tranchant; l'inférieur, rectiligne. Le bord antérieur adhérant au suroccipital est séparé du bord postérieur libre par un intervalle de deux centimètres.

II. Crâne d'une femme adulte, dépourvu de maxillaire, provenant du cimetière désaffecté Saint-Jean-des-Coups, à Tours. Ce crâne m'a été montré, le 10 juillet 1903, par le docteur Bougrier, de Tours, mon ancien prosecteur, auquel il appartient.

La crête longitudinale postérieure de l'occipital, peu accusée dans ses deux tiers supérieurs (voy. également le dessin ci-contre), est constituée dans son tiers inférieur par une éminence apophysaire aplatie transversalement et triangulaire. Des trois bords de cette apophyse, l'un antérieur est curviligne, l'autre postérieur est oblique de haut en bas et d'avant en arrière, le troisième inférieur est presque horizontal. Ce dernier mesure environ 2 centimètres 5 de longueur.



FIG. 2.

Un des arguments allégués en faveur de la théorie vertébrale du crâne est la transformation que subit d'une espèce dans une autre le suroccipital assimilé à la neurépine ou apophyse épineuse qui, avec les neurapophyses ou lame complète l'arc neural des vertèbres rachidiennes. Le suroccipital des *Poissons* est une crête verticale ne prenant aucune part à la formation de la cavité crânienne, tandis que le suroccipital de l'homme, représenté par une écaille plate, large, entre pour une grande part dans la composition de la voûte du crâne ; et cependant ces deux os sont rigoureusement homologues, au dire des partisans de la théorie vertébrale du crâne. Suivez le développement de plus en plus considérable de l'encéphale dans les vertébrés et examinez en même temps les modifications successives du suroccipital, vous verrez cet os d'abord réduit, remarquent-ils à l'état d'une simple crête verticale *(Poissons)*, se dédoubler et s'étaler davantage *(Reptiles, Oiseaux)* et échanger son aspect apophyséal contre celui d'une large lame épanouie *(Mammifères)*. Si, ajoutent-ils, cet os a pris chez les *Mammifères* et plus particulièrement chez l'homme la forme d'une large écaille, c'est pour s'adapter à l'augmentation de volume des organes nerveux sous-jacents qu'il protège. Pour continuer à jouer son rôle de protection à l'égard du nevraxe, il devait se modifier comme il l'a fait et se mouler pour ainsi dire sur le cervelet, qu'il protège à la façon d'une cuirasse. Au niveau de la colonne vertébrale, le nevraxe reste une tige cylindroïde relativement peu volumineuse, les lames vertébrales (neurapophyses) peuvent se réunir et couvrir la moelle en arrière ; le point d'ossification de l'apophyse épineuse (neurépine) est un point d'ossification

complémentaire qui n'apparaît que tardivement Au niveau du crâne, au contraire, le nevraxe se dilate énormément pour former l'encéphale; les lames de la vertèbre occipitale (ex-occipitaux) ne peuvent plus se rejoindre en arrière pour couvrir le nevraxe dorsalement, l'existence d'un nouvel os, large et adapté à la jonction, s'impose de bonne heure. Cet os, c'est le suroccipital.

Les deux crânes sus-indiqués, pourvus d'une crête apophysaire rappelant celle des vertèbres rachidiennes, sont des pièces qui apportent un nouvel argument à cette thèse. D'un autre côté, il est évident que, si l'apophyse épineuse des vertèbres se développe aux dépens d'un seul point d'ossification — mais est-ce bien prouvé? — elle ne peut être assimilée au surocipital qui est précédé par deux.

---

## M. DELORT

Ancien Professeur à Cosne

---

### SÉPULTURE GAULOISE DES BOIS DE CELLES, PRÈS NEUSSARGUES (CANTAL), DANS LAQUELLE ON RETROUVE DES TRACES DE LA CIVILISATION DES NÉCROPOLES DE TIRYNTHE, HALLSTATT, ESTE ET LA TÈNE. [571.3(44.81)]

---

— *Séance du 8 août* —

« On sonpçonnait, depuis longtemps, que l'Orient possédait la clef de notre archéologie préhistorique. »
MATÉRIAUX, 1886.

Les rivières, que l'on a comparées à des chemins qui marchent, nous représentent aussi des voies de pénétration au moyen desquelles les races primitives nous ont successivement apporté les bienfaits de la civilisation.

Entre tous les cours d'eau de la Haute-Auvergne, celui d'Allagnon, qui débouche si heureusement dans la fertile Limagne, semble avoir été une voie de pénétration de premier ordre à tous les âges.

C'est par la vallée d'Allagnon qu'ont dû arriver jusqu'à Neussargues les races esquimaudes qui, à l'époque du Renne, vinrent à l'abri de ses roches basaltiques, y établir leur première colonie connue dans le Cantal et y tailler l'outillage en silex recueilli en 1879 sur la rive gauche, au lieu dit les *Cuzers*.

C'est par la même vallée sans doute qu'arrivèrent les Gaulois de l'époque de la *Tène*, qui érigèrent sur la rive droite d'Allagnon ces imposantes mottes tumulaires dont l'une vient d'être l'objet de fouilles importantes de la part d'un habitant de Murat, qui sait utilement et agréablement faire usage des dons que dame Nature et la fortune lui ont départies.

Cet heureux fouilleur, M. Pagès-Allary, était à la recherche des richesses minéralogiques de la vallée, lorsque sa bonne étoile l'a fait tomber sur une sépulture du plus haut intérêt pour l'étude de l'histoire locale et de l'anthropologie en général.

C'est un tumulus érigé sur une petite plate-forme morainique des bois de la commune de Celles, dominant la vallée et la gare de Neussargues, presque en face des *Cuzers*.

Cette motte tumulaire, sur laquelle ont poussé toutes les essences constitutives de nos forêts cantaliennes, ne mesure pas moins de vingt mètres de diamètre.

L'amoncellement fait, comme dans la plupart de ces antiques sépultures de terre et de pierres, avait pour base artificielle une sole constituée par des pierres plates, sur lesquelles reposaient les restes de la crémation : terre noirâtre, mêlée de traces d'ossements, de charbons, de cendres et de minuscules débris de poterie.

Ces restes ainsi accumulés avaient été soigneusement recouverts de grosses pierres liées entre elles, à leur partie supérieure, par une calotte d'argile, à laquelle adhéraient des pierres plates, disposition analogue à l'une des sépultures de Mons.

Avec l'amoncellement de terre et de pierrailles qui terminait le cône, ces restes mortuaires étaient assurément à l'abri de la griffe des plus grands fauves.

Malgré le lien de parenté que nous venons de constater entre cette sépulture et l'une des plus importantes de Mons, elles ne sont pas contemporaines. Celle de Mons, par sa belle coupe en bronze martelé et la bouterolle de l'une de ses grandes épées (Voir : *Dix années de fouilles en Auvergne*, Pl. XXIV), appartient à l'époque gauloise de Hallstatt, première du fer, tandis que la sépulture des Bois de Celles, avec ses armes et son outillage en fer, nous paraît caractéristique de la Tène ou deuxième du fer, correspondant à notre époque marnienne.

Ces lignes écrites, nous avons cru devoir consulter le Musée de Berne, héritier des trouvailles de la Tène; voici ce qu'a bien voulu nous répondre le Directeur de ce Musée :

« *Berne, le 15 juillet 1902.*

« CHER MONSIEUR,

« Les objets que vous nous avez soumis en photographie datent, sans aucun doute, de l'époque de la Tène...

« La pointe de lance, les serpettes, les couteaux, les anneaux, etc., sont typiques.

« Direction.

« Signé, KASSER. »

Le premier cri que nous a arraché, l'on s'en souvient, la vue du mobilier de cette sépulture a été celui-ci : « Nous sommes bien près de Rome. »

En effet, M. Ed. Flouest, rendant compte des trouvailles de l'Oppidum de la Tène, a écrit quelque part : « L'élucidation de ces trouvailles nous fait connaître par le menu l'armement et quelques habitudes de vie des populations au sein desquelles se recrutaient les guerriers qu'Arioviste et Orgétorix opposèrent aux légions de César. Les érudits de France, adonnés à l'étude de l'archéologie gauloise, ne sauraient prendre ailleurs une meilleure idée de l'état de civilisation domestique de cette partie de la Gaule au moment de la conquête. »

Les tombelles de la Planèze, même les plus pauvres, réservent toujours au service de l'archéologue quelque débris de poterie qu'il faut bien se garder de négliger.

A Celles, M. Pagès l'a très bien compris et n'a laissé perdre aucun tesson. Aussi, aura-t-il finalement la satisfaction de voir plusieurs grandes urnes restituées par ses soins patients et d'établir ainsi un autre lien de parenté entre la sépulture de Celles et les sépultures de la Planèze qui, on a pu le voir dans *Dix années de fouilles...*, ont donné les grandes urnes de *Mons, Fraissinet, Allozier, Liozargues* et *Coltines*.

Nous avons eu le plaisir de voir, dans le cabinet de M. Pagès, une de ces grandes urnes refaites pièce à pièce; elle est typique des urnes sorties des sépultures gauloises de Hallstatt, moins, bien entendu, les mamelons de la fin de l'âge du bronze.

Ceux de nos compatriotes qu'intéressent les choses du passé trouveront un terme de comparaison plus près d'eux. Qu'ils ouvrent *Dix années de fouilles*, à la planche XI, fig. 24, qu'ils allongent les côtés du cône tronqué que représente l'assiette provenant de la

villa Gallo-romaine de Roneyre-Vieilles et ils auront exactement la forme traditionnelle du vase de Celles. C'est la forme des urnes à *cône renversé* des nécropoles hallstattiennes si bien étudiées par M. Chantre.

A la date du 23 juin, M. Pagès voulut bien nous annoncer un nouveau succès. Il s'agissait de la restitution d'une nouvelle urne beaucoup plus grande. Jugez vous-mêmes de la splendeur de cette urne aux formes élancées des urnes estéennes de l'Italie atteignant gracieusement une hauteur de 50 cent. et ayant pour base un svelte quart de rond de 13 cent. de diamètre. Figurez-vous une céramique à pâte rouge recouverte de ces vieux motifs d'ornementation à couleur plus foncée, recouvrez le tout d'une sorte de vernis luisant et vous aurez une idée de l'urne magistrale de cette sépulture.

La plupart de ces motifs d'ornementation en lignes parallèles ondulées nous ont paru d'inspiration grecque et ne pouvaient être comparés qu'à cette curieuse céramique dite de décoration géométrique, que Schliemann avait sortie des ruines du Tirynthe (Voir *Matériaux*, 1886, p. 197).

Seule, la sépulture dolménique de Fraissinet avait présenté un tel luxe de céramique ; elle a donné les restes d'une vingtaine d'urnes ou vases différents. Toute cette céramique, petite ou grande, fine ou grossière, à Fraissinet comme à Celles, est à base de mica.

Parmi les objets en terre cuite de cette dernière sépulture, il convient de citer une jolie fusaïole. Cet instrument de filature avait déjà été recueilli dans les tumulus de Liozargues et de Barret (Andelat).

Quant aux objets en fer, rien de semblable n'avait été rencontré jusqu'ici dans nos antiques sépultures. En remuant celles de Mons, la première chose qui frappait les regards c'était les épées, et il n'était pas difficile de conclure en faveur de tombeaux de guerriers.

A Celles, l'observateur est tenu à plus de réserve. Il y a bien ici une tête de lance, un coutelas et quelques pointes qui ont pu servir d'armes d'hast (1), mais c'est tout.

Parmi les outils c'est autre chose, la série en est longue et intéressante : marteau, petites pinces, scies, poinçons, foret, lime, râpe, mèches diverses, etc. Le tout en fer, confirmant ce passage de M. Chantre dans son étude des nécropoles hallstattiennes. « Le fer, qui n'y est représenté (dans les sépultures de la première époque de

(1) Parmi ces pointes il en est une semblable à celle qui a été recueillie à Uxellodunum et qui est réputée pointe de dard *ou fer de dard*. (Voir Congr. archéol. Agen et Toulouse, 1875.)

ce métal) que par un certain nombre de pièces, va devenir prépondérant dans les outils usuels. »

Quelques-uns de ces outils méritent toute l'attention; telles sont les deux scies à manche et de dimensions différentes. La petite est à dents excessivement fines. La seconde, une grande lame curviligne à double rangée de dents, a son bord aminci comme dans nos modernes scies à guichet.

Nous croyons devoir citer ici l'appréciation d'un érudit sur la civilisation gauloise à cette époque : « La sculpture n'existait pas à proprement parler, chez les Gaulois, avant l'époque romaine. L'art monétaire est absolument barbare. Les instruments employés par les industries manuelles sont, au contraire, très près d'avoir atteint la perfection chez eux et c'est à peine si les ustensiles dont nous nous servons aujourd'hui présentent avec les leurs des différences sensibles.

(Desjardins. *Géog. hist. et administrat. de la Gaule romaine,* tome II, p. 566.)

Les petits anneaux en bronze, nombreux dans les sépultures de Mons, reparaissent dans celle de Celles, au nombre de deux, avec deux plaquettes du même métal.

Au dire du docteur Much, de Vienne, la forme en *anneaux* paraît être la plus anciennement donnée à la monnaie.

Ces anneaux, qu'un archéologue danois, S. Müller, appelle *anneaux de paiement*, ont été recueillis en cinq endroits différents du territoire de l'ancienne Arvernie :

1° Dans la sépulture dolménique de Fraissinet;

2° Dans les tumulus de Mons;

3° Parmi les ruines de la villa gallo-romaine du Pré de Pâques (Faubourg de Saint-Flour);

4° Dans l'oppidum de Chastel-sur-Murat;

5° Enfin dans la sépulture qui nous occupe.

On sait que, parmi les signes symboliques figurant sur les monnaies gauloises, l'*anneau* intervient très souvent, ainsi qu'on a pu le voir sur l'exemplaire de la médaille de Verga trouvé à Saint-Flour.

Nous avons recueilli quatre de ces anneaux dans les grottes de l'Yonne.

Les deux anneaux trouvés dans la nécropole de Pougues-les-Bains se trouvent avoir la même dimension que le plus grand de ceux de Mons : 25 millim. de diam.

Le petit anneau du dolmen de Fraissinet et présenté parmi d'autres documents au Congrès de Montpellier, 1879, se trouva en parfaite

adaptation avec un des moules provenant des palafittes de la Suisse, exhibés alors par le Dr Goss, de Neuville, celui-là même à qui la science doit les importantes fouilles de la Tène.

Cette corrélation entre la civilisation des peuplades gauloises de l'Helvétie et celles de l'Arvernie n'est pas un fait isolé, ainsi qu'on a pu s'en convaincre dans l'étude de notre céramique. (Voyez art. *Urne apode de Coltines*).

Pour en finir avec la question des *anneaux monnaies*, rappelons que le sens de richesse attribué à cette forme primitive de la monnaie semble se retrouver dans notre vieille locution : *vie et bague sauve.*

L'étude attentive de la sépulture de Celles, les soins de toutes sortes que ses pieux constructeurs ont apportés à son érection, dénotent un peuple qui a déjà pris ses cantonnements dans nos parages et dont rien n'est venu troubler le paisible labeur.

La découverte de la sépulture gauloise des bois de Celles vient ajouter un nouveau lustre à cette partie de l'ancienne Gaule, depuis quelque temps si féconde en découvertes du passé.

Qui n'admirerait les précieux documents accumulés, comme à plaisir, par l'archéologie, sœur de l'histoire, autour de cette sépulture !

Jamais nouvelle épousée porta-t-elle sur son front pareille couronne ? Elle a pour fleurons principaux six stations remarquables, qui ne dépareraient nullement les fastes du *Dictionnaire archéologique* de l'ancienne Gaule; nous avons nommé Chastel, Chavagnac de Murat, Recoules, Sainte-Anastasie, Le Sailhant et Saint-Flour, toutes localités qui ont donné des monnaies gauloises.

Bibliographie. — Pour ce qui concerne ces six stations, consulter :

*Châteaux, Nouvelles et Légendes d'Auvergne,* Aurillac 1888.
*A travers le Cantal et la Lozère,* Romans 1891.
*Dix années de fouilles en Auvergne,* Lyon 1901.

M. ZABOROWSKI

Professeur-Adjoint à l'École d'anthropologie, à Thiais

## COMMENT EST RÉSOLUE LA QUESTION D'ORIGINE DES PEUPLES ARYENS DE L'ASIE

[572.891]

— *Séance du 8 août* —

Après une série d'études préalables, études principalement crâniologiques, sur les populations anciennes et actuelles de la Russie méridionale, de la Sibérie occidentale, du Turkestan, du massif pamirien, du Caucase, j'ai pu, les premiers tâtonnements mis de côté, résoudre définitivement le problème si complexe des origines aryennes, en suivant d'abord pas à pas l'aryanisation de l'Asie et en montrant comment et par qui elle a été effectuée. Ç'a été l'objet de mon cours de l'hiver dernier à l'École d'anthropologie.

Je n'en ai publié que la leçon inaugurale, de sorte que, pour beaucoup, même pour la plupart de ceux que la question intéresse, l'œuvre accomplie est encore inexistante. Dans une polémique encore toute récente, j'ai vu invoquer mon témoignage en faveur même des opinions anciennes que j'ai peut-être le plus contribué à renverser. Des ouvrages parus depuis cet hiver, tout en mettant largement à profit mes mémoires spéciaux, ceux publiés dans les *Bulletins de la Société d'Anthropologie* en particulier, s'arrêtent eux-mêmes à mi-chemin des solutions, accommodent un peu mes travaux à leur manière de voir, ou interprètent mes opinions d'une manière parfois peu exacte. Ces circonstances me créent une situation un peu gênante. Bien que j'aie donné les conclusions que je prévoyais devoir s'imposer à moi, il y a déjà bien des années, j'ai un peu l'air d'attendre que les autres aient déblayé le terrain ou se soient prononcés, pour arrêter mon jugement. Je m'expose ainsi à me voir contester toute priorité dans les solutions définitives, qui vont se substituer maintenant à coup sûr aux solutions traditionnelles, depuis longtemps rejetées hors du cadre des théories démontrables, des faits observables.

Je tiens donc à dire ici que, si mon cours de l'hiver dernier n'est pas publié, c'est malgré moi. Et une des communications qui m'ont été envoyées, celle de M. Giuffrida Ruggieri, est une bonne occasion pour donner au moins le canevas de ce que j'ai fait, montrer quelles

voies j'ai suivies et à quoi par elles j'ai été fatalement conduit. Le point de départ de mes recherches, comme l'a fort exactement rappelé M. G. Ruggieri, est la constation faite par moi, qu'il n'y avait eu aucun passage de peuples asiatiques par la Russie méridionale avant l'invasion tout historique des Scythes, qui n'étaient pas eux-mêmes de purs asiatiques. Pendant de longues années, on s'est obstiné à chercher dans l'Asie centrale le peuple protoaryen ou quelques-uns de ses plus purs représentants et à nous donner les Centre-Asiates comme des ancêtres communs à tous les peuples indo-européens, en particulier aux Hindous d'une part, aux Iraniens de l'autre.

Or, ces recherches ont eu un résultat, et il est indéniable : c'est de prouver justement qu'il n'y a pas eu là, qu'il n'y a pas de peuple protoaryen. Les peuples du Centre-Asie, loin de présenter un point de départ commun pour la langue, ou un point de jonction et un lien entre deux ou plusieurs sections des groupes aryens, sont formés de restes de populations d'origines diverses et éloignées. Entre les deux groupes hindous et iraniens, on ne trouve nulle part peut-être de distinctions plus tranchées que dans le Centre-Asie. Les habitants aryens des vallées de l'Hindou-Kouch se rattachent presque exclusivement au groupe hindou par leurs caractères essentiels. Les habitants des vallées prépamiriennes se rattachent presque exclusivement au groupe iranien et persan. Toutes les influences observées dans la langue et les mœurs des uns et des autres sont modernes. Les plus anciennes ne peuvent pas être données comme de beaucoup antérieures à notre ère. Et comme, cependant, dans les vallées prépamiriennes, les caractères physiques des habitants se sont mieux conservés que dans les plaines, ils ne présentent pas toujours les transitions multiples qu'on observe entre les Persans, les Afghans et les Hindous. Les Prépamiriens sont en général plus distants des indigènes de l'Hindou-Kouch que les Persans le sont des Afghans, des Hindous. Ils sont presque exclusivement brachycéphales par exemple, alors que les indigènes de l'Hindou-Kouch sont exclusivement Dolichocéphales, de même que les Hindous. Et les uns et les autres relèvent ainsi, du moins pris en masse, des éléments préaryens des régions d'où dépendent leurs hautes vallées. Il y a chez eux tous un élément commun, ou des traces d'un même élément blond ; et on a jadis attaché une importance capitale à la présence de cet élément à coup sûr aryen de sang comme de langue. Moi-même, je me suis un instant attaché à rehausser son rôle. Mais la reconstitution de l'histoire du Turkestan, de la Sogdiane, de la Baktriane et régions

limitrophes nous donne aujourd'hui la certitude que dans cet élément il ne faut voir que des restes des Saces dispersés et refoulés par les invasions turco-mongoles à partir de 175 avant notre ère.

Il n'y a dans le massif central de l'Asie que des réfugiés et des émigrés ; et, si certains de leurs patois sont archaïques comme leurs caractères physiques, les plus anciens se rattachent à des langues historiques de la Perse.

Les linguistes eux-mêmes, pour faire venir les Aryens de l'Asie centrale par migrations successives, n'ont donc en fait de documents positifs que le court texte du *Vendidad* (la partie peut-être la plus ancienne de l'*Avesta)*, qu'on a pris pour l'énumération des conquêtes successives des Aryens en Asie. En tête de cette énumération vient l'*Airyanem Vaejo*, textuellement le *germe aryen*, le pays d'où les Aryens ont proliféré. « C'est le premier des lieux et pays excellents créés par Ahura Mazda. » Il est décrit en ces termes : Il y a là dix mois d'hiver, deux d'été. Et ces mois sont froids pour l'eau, froids pour la terre, froids pour la plante. Là est le centre de l'hiver, là le cœur de l'hiver. Là le fond de l'hiver, là le père des fléaux. »

Et immédiatement se trouvent mentionnés la Sogdiane, Merv, la Baktriane, Nisaya entre Merv et Baktres, Herat... On a supposé tout naturellement que cet ordre d'énumération était voulu et correspondait à un ordre de marche, de colonisation et de conquête. Et, en conséquence, l'*Airyanem Vaejo*, considérée comme la patrie originaire des Aryens et des Iraniens, a été localisée dans quelque froide vallée au nord de la Sogdiane.

C'est sur cette base fragile que tous les ouvrages admettent, et que j'ai dû un instant admettre comme tout le monde, que des ancêtres communs des Hindous et des Perses avaient résidé sur le haut Oxus ou entre le haut Oxus et l'Yaxartes.

Mais Darmesteter a démontré qu'il n'y avait pas d'ordre constant dans le chapitre en question du Vendidad. C'est un état descriptif des pays de l'Iran où était pratiquée la religion de Mazda, nommés pour partie absolument à tort et à travers. L'*Airyanem Vaejo* est d'ailleurs un paradis terrestre, un pays d'abondance, malgré les froids de l'hiver. Rien, par suite, ne correspond entre l'idée traditionnelle qui en a été conservée et les conditions climatériques des ingrates vallées du massif central.

Darmesteter a d'ailleurs établi aussi qu'il n'y a peut-être pas un texte de l'Avesta qu'on puisse intégralement faire remonter seulement jusqu'à l'époque achéménide. La religion avestécème était déjà à cette époque aux mains des mages, antagonistes des Perses. Et ce

sont les mages qui l'ont conservée, qui ont rédigé ou remanié l'*Avesta* sous les Arsacides et intronisé le culte officiel du feu sous les Sassanides, au IIIe siècle de notre ère. S'il est une tradition authentique relativement à ces textes sacrés, c'est donc celle des mages, qui étaient seuls à les comprendre, la langue dans laquelle ils ont été écrits n'étant plus parlée par le peuple à l'époque de leur rédaction. Or, lorsque ces textes furent traduits et commentés en *pehlvi*, la langue vulgaire des Sassanides, leur sens fut précisé et développé dans leurs commentaires. Or, leur principal recueil des commentaires de l'*Avesta* en pehlvi, le *Bundehesh*, place l'*Airyanem Vaejo* près de l'*Azerbaidjan*, dans la vallée de l'Araxe appelée le « jardin noir », qui est extrêmement fertile, tout en ayant un hiver long et rigoureux. La vallée de l'Araxe, c'est la porte de sortie sur l'Asie de la vallée de la Koura, qui est la grande route de l'Europe en Asie par le grand Caucase et aussi de l'autre route suivie dès une époque reculée par les Scythes, le long des rives occidentales de la Caspienne.

Conformément à cette tradition bien authentique, qu'aucune vue préconçue n'avait inspirée ou altérée, j'ai montré que la plus ancienne mention relative aux Perses (texte assyrien du milieu du IXe siècle) place ceux-ci justement tout contre l'Azerbeidjan, un peu au sud du lac Ourmiah, sur les hauts affluents du Tigre. Ils se sont répandus de là graduellement, suivant la ligne des hauteurs qui limitent à l'Est la Mésopotamie, jusqu'au Farsistan actuel. Ils ont rompu la ligne des peuples apparentés par la langue et le sang aux Proto-Chaldéens, aux Anzanites, des Mèdes, Hettéens, etc., que refoulaient par le Sud, jusqu'aux pieds du Caucase, les Assyriens. J'ai montré, d'ailleurs, que les Mèdes avaient reçu parmi eux des pasteurs nomades de même race et de même langue que les Perses, Scythes, Cimmériens aux purs noms aryens, et cela à différentes reprises. Et les Perses eux-mêmes furent d'abord subordonnés aux Mèdes.

C'est dans ces relations tout à fait originaires entre Aryens émigrés d'Europe et Mèdes qu'est le secret de cette dualité éthnique de tous les peuples indo-européens, les Hindous provisoirement mis à part. Car les Brachycéphales, qui ont colonisé une partie de l'Europe à l'époque néolithique en y introduisant la culture et qui y ont afflué en si grand nombre à l'époque du bronze, étaient de même race et de même langue que les Mèdes.

J'ai montré que ces Mèdes sont presque allés au devant des émigrants aryens jusque dans le Caucase même, qu'ils ont été le premier élément modificateur du fond premier de la population caucasienne,

d'abord exclusivement blond dolichocéphale. Ce sont eux les premiers civilisateurs des Aryens de l'Asie, comme leurs congénères brachycéphales ont été les premiers civilisateurs de l'Europe, à part le littoral méditerranéen.

Lorsqu'apparaît l'aryanisme en Asie avec les Perses, se montre un type physique nouveau qui n'y existait pas jusque-là, mises à part les rapides incursions cimmériennes de l'Asie-Mineure et les rares tribus nomades du Turkestan. Jusque-là, tous les peuples de l'Asie antérieure relevaient du type des Proto-Chaldéens et Anzanites et du type sémitique si accusé chez les Assyriens. Avec les premiers Aryens se montrent des hommes à téguments clairs, de type européen, que nous connaissons par les portraits gravés sur le rocher de Behistoun et en particulier par celui de Darius lui-même.

Or, j'avais prouvé antérieurement que, jusqu'à l'époque qui correspond à l'entrée des Aryens en Asie, comprise entre 1500 et 1000 ans avant notre ère, la population de la Russie méridionale, où n'ont jamais été parlées que des langues aryennes jusqu'aux récentes invasions turco-mongoles, était composée exclusivement de grands blonds dolichocéphales.

A partir du moment où les Perses, accrus en nombre, sont sur la scène, toute l'histoire témoigne d'un antagonisme de race violent entre eux et les Mèdes. (Cyrus, fils de femme mède, était traité de *mulet.*)

Cet antagonisme, on le sait, s'est terminé par l'écrasement définitif des Mèdes, sous la main de fer de Darius, de qui date seulement la complète aryanisation de l'Asie centrale. Or, j'ai montré, notamment encore avec le précieux monument de Behistoun, que les Mèdes avaient les caractères physiques des Anzanites, des Tadjiks actuels et Galtchas, de nos Celto-Slaves, et que leur langue était celle du second texte de Behistoun, langue agglutinative très étroitement parente de celle de Suze.

Voilà des faits. Et ce sont des faits absolument décisifs. Ils sont encore corroborés par cette circonstance, également établie par moi, que les premiers occupants du Turkestan, où le plus ancien nom géographique, celui de l'Yaxartes, est aryen, furent aussi des blonds venus d'Europe. Les Saces, dont un débris de la langue subsiste dans un coin du Haut-Oxus, en descendaient et leurs caractères de blonds nous sont maintenant connus par un portrait de Behistoun et par des monnaies.

L'aryanisation de l'Asie a donc été l'œuvre d'Européens, qui y ont pénétré en pasteurs nomades. Leur point de départ nous ramène

vers la Russie méridionale. Il est impossible d'élever à cet égard la moindre contestation sans nier les faits les plus évidents. Or, à quoi ont abouti les linguistes qui ont cherché en Europe la primitive patrie aryenne, l'Urheimat?

Les déplacements historiques des peuples indo-européens, les rapports de leurs langues plus ou moins étroits, le degré d'ancienneté de certaines, leur division primitive, l'étude des mœurs protoariennes par l'analyse des mots communs à toutes les langues de la famille, les conjectures qui en découlent sur les conditions de sol et de climat les ont conduits vers la Russie méridionale.

Ceux-là même qui ont complètement ignoré, ou fait profession d'ignorer l'anthropologie et mes travaux en particulier, ont donc dû placer la patrie des Aryens de l'Europe, là-même où, par des recherches d'une autre nature, j'ai dû placer le point de départ des Aryens de l'Asie. Cette coïncidence constitue une preuve et une preuve de premier ordre en faveur de la complète validité de mes conclusions. Je n'admets assurément pas une localisation étroite de la patrie aryenne et je ne peux pas limiter son étendue d'après celle d'une région spéciale bien circonscrite. Il n'y a pas eu sans doute de patrie aryenne de ce genre. C'est du moins ce que j'aurai à examiner en étudiant les Aryens d'Europe.

Mais je puis dire maintenant que la question d'origine est tranchée définitivement. Les inventeurs et les premiers propagateurs du système linguistique dont relèvent nos langues sont des indigènes de l'Europe. Ce sont des hommes aux téguments clairs, au visage ovale, au crâne allongé, dont il nous est possible de suivre la filiation, l'ascendance jusqu'à l'époque quaternaire.

---

MM. Cl. DRIOTON, G. GRUÈRE et D^r J. GALIMARD

## NOTE SUR DES FOUILLES EXÉCUTÉES DANS LA CAVERNE DE ROCHE-CHÈVRE A BARBIREY-SUR-OUCHE (COTE-D'OR) [571.81(44.42)]

*— Séance du 8 août —*

A 1 kilomètre au nord-ouest du village de Barbirey-sur-Ouche, au milieu des abrupts rocheux (bathonien moyen) couronnés par la forêt de Veluze, s'ouvre l'entrée d'une vaste caverne, qui ne mesure

pas moins de 25 à 27 mètres de largeur, 8 à 10 mètres de hauteur et 60 mètres de profondeur. Le sol en est incliné à 35°. Deux énormes blocs détachés de la voûte divisent cette caverne en deux salles. Des fouilles exécutées dans diverses parties de la caverne ont donné les résultats suivants (*fig. 1*) :

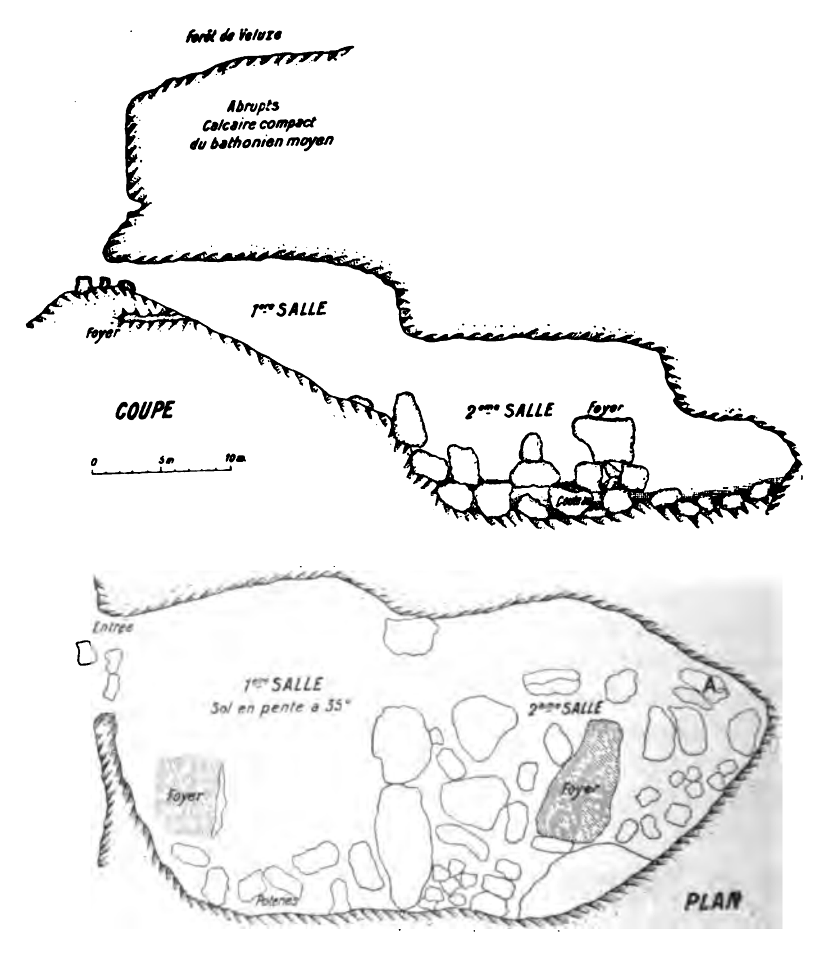



Fig. 1. — Grotte de Roche-Chèvre, à Barbirey-sur-Ouche, 24 juillet 1903.
*A* Cuvette stalagmitique remplie d'eau.

*Première salle.* — A gauche de l'entrée, un foyer de 3 m. 50 de longueur et 25 à 35 centimètres d'épaisseur formé de terre, de cendres et de cailloutis a donné :

De très nombreux fragments de poterie noire et brune lustrée dont beaucoup sont ornementés de dessins : stries, dents de loup, etc. ; de poterie grossière, de poterie gallo-romaine ;

Une hachette en silex poli, une perle en ambre, une épingle en bronze, un ciseau en os poli, un poinçon en corne, une monnaie romaine fruste (grand bronze);

Des ossements humains, des fragments de crâne, dont l'un très épais, une vertèbre;

Des ossements d'animaux, principalement de porc.

Une fouille exécutée sur une plate-forme, en contre-bas de ce foyer, ne nous donna qu'un fragment de tuile à rebord.

L'exploration des fissures qui existent entre les blocs de rochers qui occupent la paroi droite de la caverne amenèrent la découverte d'un col de vase, d'une cruche plate à deux anses presque complète et du col d'une autre cruche. Ces poteries paraissent relativement récentes.

Dans une autre fissure, l'un de nos ouvriers recueillit la moitié d'un joli petit vase en terre noire lustrée qui, entier, devait mesurer 8 centimètres de hauteur et 9 centimètres de diamètre.

*Deuxième salle.* — Le sol de la seconde salle est formé par d'énormes blocs détachés de la voûte formant un véritable chaos de 6 à 8 mètres d'épaisseur.

Au milieu de la salle se dresse, dominant tous les autres, un bloc de 3 mètres d'épaisseur, formant une table de 8 mètres de longueur et 6 mètres de largeur. La partie supérieure de ce bloc est recouverte d'une légère couche de terrain noirâtre, mélangée de charbon. Nous y avons recueilli de nombreux petits fragments de poterie noire lustrée, un petit couteau dont la lame est en fer et le manche



Fig. 2. — Couteau en bronze découvert dans la Grotte de Roche-Chèvre, à Barbirey-sur-Ouçhe, le 24 juillet 1903

en os avec un aiguisoir de forme curieuse, un fragment de lame de silex blond. L'exploration et la fouille des éboulés remplissant les interstices laissés entre les blocs qui soutenaient la table de pierre dont il vient d'être question nous donna :

Un fond de vase apode, de couleur brune, de pâte grossière mélangée de coquilles : épaisseur, 1 centimètre; diamètre du fragment, 22 centimètres; des rebords de gros vase en terre noire et rouge, des anses de vases en terre noire lustrée;

Et, dans une fissure profonde, à l'angle N.-O. du gros bloc, au milieu de cailloutis, un beau couteau en bronze de 28 centimètres de longueur, de forme assez gracieuse et absolument intact (*fig. 2*);

Des fouilles exécutées dans le cailloutis qui remplit les fentes et les interstices des autres blocs qui occupent le fond de la caverne, fournirent des fragments de poteries de toutes les époques Gauloises-Gallo-romaine et même plus récentes.

La caverne de Barbirey paraît donc avoir été occupée comme habitation ou comme refuge par les populations locales dès l'âge de la pierre polie, à l'époque Gauloise-Gallo-romaine et même au moyen âge.

A en juger par le nombre des foyers répartis un peu partout dans cette vaste caverne, elle dut former, à certains moments, un véritable village troglodytique.

---


## M. Cl. DRIOTON

Membre de la Commission des Antiquités de la Côte-d'Or
à Dijon


### LES RETRANCHEMENTS CALCINÉS DU CHATEAU RENARD (GEVREY-CHAMBERTIN) ET DU BOIS-BRULÉ (PLOMBIÈRES LÈS-DIJON) [571.91(44.42)]

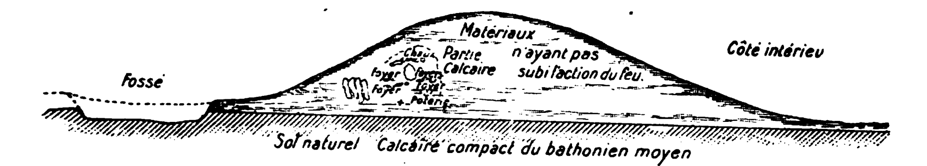
— *Séance du 8 août* —

Les 29 et 30 juillet 1903, nous avons fouillé les retranchements du château Renard, à Gevrey, à 10 kil. au sud de Dijon. Cette enceinte, qui appartient au type éperon barré, se compose d'une levée de 65 mètres de longueur, 1 m. 60 à 2 m. 10 de hauteur et 12 à 15 mètres de largeur à la base, précédé d'un fossé taillé dans le roc. A 10 mètres en avant existe une autre petite levée très affaissée de 0 m. 40 de hauteur et 3 mètres de largeur, également précédée d'un fossé de 2 m. 30 de largeur, taillé dans le roc (*fig. 1*). Cette double fortification isole du reste du plateau l'extrémité du promontoire situé entre les combes Lavaux et de la Bossière.

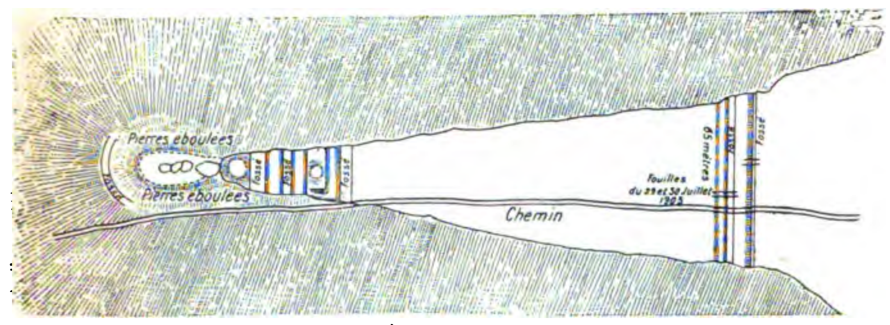
A l'extrémité de l'éperon existe une série de fossés et de retranchements avec petite motte centrale. Cette fortification nous paraît relativement récente.

Une tranchée, exécutée en travers de la levée de 65 mètres, nous

permit de reconnaître l'existence, à 0 m. 70 au-dessous de la crête, de pierres calcinées et de chaux. La partie calcinée se compose, non pas d'une masse unique et compacte de chaux, comme dans les autres retranchements des environs de Dijon, fouillés par nous jusqu'à ce jour, mais d'un agglomérat de chaux et de pierres plus ou moins calcinées, s'étendant sur une hauteur de 1 m. 10 et une largeur de 1 mètre à 1 m. 40 à la base.




Combe de Lavaux.




Combe de la Bossière

FIG. 1. — Retranchement du château Renard (Gevrey). Fouilles des 29 et 30 juillet 1903.

La partie calcinée est appuyée du côté extérieur du retranchement, sur des pierres plates, hautes de 0 m. 50, placées de champ, avec une inclinaison de 70 à 75 degrés. A divers niveaux se trouvaient des foyers de cendres et de charbons reposant sur des pierres plates rubéfiées, indiquant nettement que la calcination avait été effectuée à plusieurs reprises.

La couche de matériaux qui recouvre la partie calcinée n'a pas subi l'action du feu.

Cette découverte se rapproche beaucoup de celle faite dans le retranchement du Bois-Brulé (commune de Plombières-lès-Dijon) (*fig.* 2) où des fouilles, exécutées par nous les 10 et 12 novembre 1898, ont amené la découverte d'un noyau central de chaux de 1 mètre de hauteur sur 1 m. 10 de largeur, appuyé du côté extérieur contre un mur en pierres sèches ayant subi l'action du feu sur

une épaisseur de o m. 80 (*fig. 3*). Au-dessous du massif de chaux, une épaisse couche de charbon indiquait que la calcination avait été effectuée sur place et le tout était recouvert de matériaux n'ayant pas subi l'action du feu.



Fig. 2. — Retranchement du Bois-Brûlé (Plombières) avec son noyau de chaux. Fouilles des 10 et 12 novembre 1898.

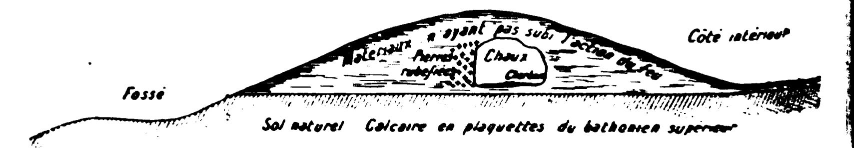



Fig. 3. — Retranchement du Bois-Brûlé (Plombières). Fouilles des 10 et 12 novembre 1898.

M. le Dr CAPITAN

Professeur à l'École d'Anthropologie de Paris

## L'INDUSTRIE REUTELO-MESVINIENNE DANS LES SABLIÈRES DE CHELLES, SAINT-ACHEUL, MONTIÈRES, ET LES GRAVIERS DE LA HAUTE-SEINE ET DE L'OISE

[573.21(44.36)]

— *Séance du 10 août* —

Depuis quelques années, Rutot, le très distingué ingénieur, géologue, conservateur du Musée d'Histoire naturelle de Bruxelles, a affirmé que les instruments paléolithiques classiques, même les plus anciens, indiquaient un état d'évolution qui ne pouvait être originel, que l'homme avait nécessairement employé au début des outils bien plus grossiers ; d'autre part, que les pièces classiques ne pourraient pas suffire aux multiples usages industriels que devaient remplir les outils en pierre. D'où la nécessité de considérer comme devant être autres les véritables instruments en pierre primitifs.

C'est ainsi qu'il a cherché et recueilli, en énormes quantités, l'industrie d'usage à laquelle il a donné le nom d'industrie reutelienne et reutelo-mesvinienne. C'est, en somme, la systématisation de cette notion du silex simplement utilisé momentanément, puis abandonné presque aussitôt, l'outil de fortune de Salmon, dont nous avons longuement parlé dans notre travail sur le Campigny (Salmon, d'Ault du Mesnil et Capitan, *Revue de l'École d'anthropologie*, 1899). C'est ce que font, ou faisaient, nombre de sauvages actuels, c'est ce que recherchent en France dans le diluvium, depuis bien des années, Thieullen, Ballet et Leroy, ce que depuis plus de vingt ans j'ai recueilli, surtout au Grand-Pressigny et en quantités considérables, avec cette idée directrice.

Rutot a eu le grand mérite de la systématiser et de montrer l'existence exclusive au début de la préhistoire de cette industrie toute spéciale, constituée par l'emploi de rognons de silex naturels ou bien encore éclatés sous les influences atmosphériques, ou brisés naturellement par l'usage, ou même volontairement, ou enfin débités intentionnellement.

Les parties coupantes ou piquantes portent des traces nettes d'utilisation ou des retouches pour aviver les bords. Parfois, les

saillies du rognon de silex ont été abattues et la pièce nettement aménagée pour la préhension. Il va de soi que j'ai fait une étude minutieuse et spéciale de cette industrie depuis plus d'un an à Bruxelles, à trois reprises, avec Rutot au Musée d'histoire naturelle et sur place dans les gisements classiques belges, puis dans nos gisements français : Chelles, Saint-Acheul, Montières, Saint-Prest. Billancourt, le Pecq, etc. D'autre part, j'ai étudié comparativement les plages actuelles à galets de la Manche, les dépôts d'argile à silex. les gisements des terrasses quaternaires très anciennes de la vallée de l'Oise et de la Somme.

Je crois ainsi être arrivé à pouvoir distinguer assez facilement les traces d'un travail voulu de celles produites par le roulis des pièces leur entrechoquement, leurs chutes, leur fracture par des causes naturelles (le rôle de toutes ces actions a d'ailleurs été fort exagéré). La distinction est souvent très facile, d'autres fois assez difficile et nécessite une certaine pratique ; parfois enfin elle est impossible. Je ne retiens guère que les pièces de la première catégorie. Dans ces conditions, qu'il est très malaisé de formuler théoriquement, le travail de retouches par lamelles parallèles, d'enlèvement de lames. de chocs répétés et localisés en un point, de façonnement d'un tranchant, d'une encoche, d'une pointe, permet d'établir un réel criterium. Il est donc possible de constituer des séries de ces pièces utilisées ou adaptées à un emploi déterminé et très momentané, véritables instruments d'usage (outils de fortune de Salmon) employés pendant quelques instants par l'homme primitif, puis rejetés et remplacés aussitôt, sans que la forme systématique entre jamais en ligne; l'usage et la meilleure façon de le réaliser dominant tout.

Ceci pourrait expliquer leur abondance. Celle-ci n'est d'ailleurs pas aussi grande que certains critiques l'affirment. De tels instruments, quoique beaucoup plus fréquents que les pièces bien façonnées, ne se trouvent pas en nombre excessif. Il faut les chercher et, si on en trouve dans la plupart des sablières deux à quatre par mètre cube, c'est déjà un joli total.

Or, si on examine à ce point de vue les gisements classiques : Chelles, Saint-Acheul, Montières, pour prendre les plus typiques. comme aussi les alluvions de la Haute-Seine et de l'Oise (1), on constate facilement que ces pièces s'y rencontrent en certaine quan-

(1) Pour ces derniers gisements, j'ai été extrêmement aide par M. Soyer, qui m'a recueilli un grand nombre de pièces.

tité. On peut même, ainsi que je l'ai fait en vue spécialement de mon cours de l'année prochaine, constituer des séries partant de l'instrument le plus grossier et arriver, en passant par une foule d'intermédiaires, au type le plus classique. Tel est le fait pour le racloir; on peut partir d'une plaquette de silex naturelle utilisée sur ses bords et portant une série d'enlèvements et de retouches systématiques, puis à côté on peut mettre une même plaquette dont les retouches sont plus larges, plus longues, et qui passe au type racloir et enfin arriver au vrai racloir façonné dans une plaquette ou avec un fragment de silex brisé, ou enfin avec un grand éclat portant un bulbe.

Pour l'ensemble d'instruments que G. de Mortillet réunissait sous le nom de « coup de poing », on peut faire même observation, en prenant comme guide les belles séries constituées par Rutot : c'est d'abord un rognon ovale dont la percussion a détaché un ou deux éclats plus ou moins longs à l'extrémité, c'est l'outil piquant dont la pointe se façonne graduellement, se dégage du rognon pour arriver au type du *coup de poing lancéolé*. C'est, au contraire, un choc du bord du rognon enlevant un éclat plus large, formant une surface tranchante qui, aménagée peu à peu, finit par passer graduellement à « la langue de chat », ou à l' « ovale », ou au « cœur » de Saint-Acheul, et toujours l'outil bien façonné conservera la forme ovalaire primitive du rognon. Ces exemples pourraient être considérablement multipliés. Ils montrent combien cette évolution industrielle est nette, rationnelle et conforme, aussi bien à l'observation des faits qu'aux comparaisons ethnographiques.

Malheureusement, dans nos sablières, cette industrie reutelo-mesvinienne est en général mélangée à l'industrie classique et il est bien difficile de savoir si elles sont contemporaines ou si ce sont deux industries accidentellement associées dans les alluvions. Il ne faut pas oublier, d'ailleurs, que cette industrie d'usage s'est perpétuée. On la retrouve — modifiée bien entendu dans sa morphologie générale (à cause du perfectionnement dans le travail du silex) — aussi bien au Moustier qu'à Laugerie-Haute ou à Laugerie-Basse, comme dans toutes les stations du quaternaire moyen et supérieur. Elle se retrouve dans le néolithique, que ce soit à Campigny, dans l'Yonne ou au Grand-Pressigny; elle y prend même un développement considérable, mais encore une fois elle se modifie du fait du perfectionnement de la taille. Cependant, à côté de très nombreux instruments d'usage fabriqués avec des lames portant le bulbe de percussion, il en est qui sont fabriqués avec des fragments

de silex brisés ou des rognons de silex (tels les pics façonnés dans des rognons de silex cylindriques, aménagés par quelques coups seulement).

En somme, cette industrie reutelo-mesvinienne, si spéciale dans sa morphologie, si particulière dans sa conception même et son interprétation si rationnelle, se retrouve largement représentée en France. Rutot l'avait d'ailleurs observée et signalée dans diverses sablières quaternaires : Gentilly et Cergy, par exemple. On voit qu'on la retrouve dans toutes les sablières où se rencontre l'industrie quaternaire et même aux autres époques. C'est un fait général, mais dont il faut aborder l'étude après une certaine préparation et sans aucune idée préconçue, sous peine ou de se tromper étrangement, ou d'être incapable de voir et de comprendre.

---

**M. Émile RIVIÈRE**

Directeur-adjoint de Laboratoire au Collège de France, à Paris

## LA LAMPE EN PIERRE DE SAINT-JULIEN-MAUMONT (CORRÈZE)

*— Séance du 10 août —*

### I

Il y a quatre ans, le 29 août 1899, je trouvais dans la grotte de La Mouthe, un curieux godet de pierre, creusé dans un galet de grès rouge du permo-houiller ou plus simplement du permien, roche qui se trouve abondamment dans le bassin des environs de Brive, à environ 40 kilomètres, à vol d'oiseau, de Tayac (Dordogne), commune de laquelle dépend, comme on le sait, le hameau de la Mouthe (1).

Ce godet, que je considérais immédiatement comme ayant servi de lampe aux habitants primitifs de cette grotte, opinion qui fut ultérieurement confirmée d'une façon absolue par les résultats de l'analyse chimique que M. Berthelot voulut bien faire de la matière noire dont le fond était recouvert (2), avait été trouvé en plein foyer

(1) Émile Rivière. — *La lampe en grès de la grotte de la Mouthe* (Dordogne). Extrait des *Bulletins de la Société d'Anthropologie de Paris*. tome X, 2e série, année 1899.

(2) Émile Rivière. — *Deuxième note sur la lampe en grès de la Grotte de la Mouthe* (Dordogne). *Extrait des Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*. tome II, 5e série, 1901.

magdalénien, à quelques mètres de l'entrée de la grotte. Il était pourvu d'une sorte de manche rudimentaire, manche court (0 m. 04 de longueur), épais, de forme triangulaire, ayant son extrémité arrondie. Ses dimensions étaient les suivantes : la partie creusée régulièrement mesurait 0 m. 106 dans sa plus grande longueur et 0 m. 104 dans son plus petit diamètre; sa hauteur était de 0 m. 045 et sa plus grande profondeur 0 m. 034; enfin, son bord, à peu près également épais, ne présentait *aucune rigole*. Je rappellerai aussi que ce qui a fait surtout le grand intérêt de cette lampe, c'est le dessin gravé sur sa face externe et représentant la tête, avec ses longues cornes, vue de profil, d'un bouquetin, absolument semblable, toutes proportions gardées, à celle du bouquetin figuré entier (tête, corps et membres) sur la paroi droite de la salle dite de la Hutte (grotte de la Mouthe).

Jusqu'alors trois lampes préhistoriques en pierre, trois seulement, à ma connaissance, avaient été découvertes dans les cavernes de France (1) : l'une en 1865, par le docteur A. Trémeau de Rochebrune, Assistant au Muséum d'Histoire naturelle (2), dans la grotte de Mouthier (Charente); elle appartient aux collections du Muséum de Paris; la seconde, de moindres dimensions que celle-ci, auprès de laquelle elle se trouvait dans le même gisement, recueillie par M. Benoit, qui fouillait ladite grotte avec M. de Rochebrune; elle a été donnée par l'auteur de la trouvaille au Musée préhistorique de Bordeaux; la troisième, enfin, en 1887, par M. Félix Bergougnoux (de Cahors) dans la grotte de Coual (Lot), taillée aussi dans un bloc de grès comme celle de la grotte de la Mouthe.

Mais aucune de ces trois lampes ne présentait de dessin gravé comme celle de la Mouthe, qui restait ainsi, sous ce point de vue, jusqu'à l'an dernier, une pièce unique. Aujourd'hui, il n'en est plus ainsi : en effet, M. Gustave Chauvet (de Ruffec) a présenté au Congrès de Montauban, dans la séance du 9 août 1902, « une lampe en « grès trouvée au Bois du Roc, près Vilhonneur (Charente), station « de l'âge du bronze. Elle est analogue, dit-il, à celle recueillie dans « la grotte de la Mouthe (Dordogne) et porte un dessin à la partie « supérieure du manche (3). »

(1) Je citerai plus loin deux autres lampes préhistoriques également, non plus en pierre, mais en terre gréseuse qui ont été trouvées, non dans des grottes, mais dans des dolmens.

(2) A. Trémeau de Rochebrune. Mémoires sur les restes d'industrie appartenant aux temps primordiaux, de la race humaine, recueillis dans le département de la Charente (*Mémoires de la Société des Antiquaires de l'Ouest*, année 1866).

(3) G. Chauvet. — *Une nouvelle lampe préhistorique*. Association française pour l'avancement des sciences, compte rendu de la 31e session (Montauban), année 1902, 1re partie, p. 254.

Empêché au dernier moment, par suite d'accidents congestifs survenus la veille même de l'ouverture du Congrès de Montauban, de prendre part à ses travaux, je ne puis rien dire de cette lampe que je ne connais pas, à mon vif regret, car elle m'eût vivement intéressé, et sur laquelle l'auteur n'a publié dans les comptes rendus des séances du dit Congrès, que les quelques lignes ci-dessus sous le titre de : *Une nouvelle lampe préhistorique* (1).

Dans cette même session de Montauban, M. Granet, vice-président de la section d'Anthropologie, présentait en mon nom — vu mon absence — une note sur une nouvelle lampe préhistorique en pierre, trouvée au village de Chabans, dans la commune du Moustier (Dordogne), du moins d'après une lettre que m'adressait le 2 décembre 1896, un habitant de Thenon, M. Albert Detrieux, ancien receveur des postes, qui venait de l'acquérir (2).

Il s'agissait, disait-il, d'un godet en pierre de 8 à 10 centimètres de longueur, peu profond, affectant la forme des lampes romaines en terre cuite et dont le bord, brûlé, témoignait de l'usage qui en avait été fait.

Il ne devait très probablement porter aucun dessin, car M. Detrieux, dans ses lettres, est absolument muet à cet égard.

Quant aux deux lampes préhistoriques trouvées dans la Vendée, il y a quarante ans environ, que mon confrère et ami, M. Marcel Baudouin, vient de me signaler, elles sont décrites dans un travail de M. Jules Piet, intitulé : *Recherches archéologiques à Noirmoutiers* et paru en 1864, dans l'Annuaire de la Société d'émulation de la Vendée (3).

1° L'une est une lampe ***sépulcrale de terre gréseuse***, dont les deux fragments principaux présentent les dimensions suivantes : hauteur, y compris la base 0 m. 06, profondeur 0 m. 04; diamètre extérieur, en haut 0 m. 07, diamètre extérieur à la partie inférieure, appuyant sur la base, 0 m. 04. Elle provient du dolmen de la Pointe de l'Herbaudière (commune de Noirmoutiers). M. Piet a trouvé, avec elle, des fragments de silex et des vases incinérés de même-matière que la lampe.

(1) Par une lettre récente (27 novembre 1903), M. G. Chauvet a bien voulu m'envoyer le renseignement suivant accompagné d'un croquis demi-grandeur, sur sa lampe, quoiqu'il ne l'ait pas encore publiée : « elle a été trouvée à l'Abri sous roche de Vilhonneur, Bois du Roc; elle a été fabriquée dans un morceau de grès cénomanien, d'aspect rouge. Elle provient de la collection Fermond ».

(2) Émile Rivière. — *Une lampe préhistorique en pierre, trouvée au Moustier* (Dordogne), Association française pour l'avancement des sciences, compte rendu de la 31e session (Montauban). Année 1902, 1re partie, p. 269; 2e partie, p. 921).

(3) Dixième année, pp. 228-229.

2° Un fragment de petite lampe *sépulcrale* aussi, en terre *gréseuse* également, trouvée dans le dolmen de la Roche-Groisard (commune de Noirmoutiers), avec de nombreux vases de même terre, identique par conséquent à la terre de la lampe de la Pointe de l'Herbaudière.

## II

Le nouveau godet, ou mieux la nouvelle lampe (*fig. 1*), sur laquelle j'ai l'honneur d'appeler l'attention de la Section d'Anthropologie, a été, non pas trouvée, mais recueillie il y a douze ou quinze ans par un archéologue de Brive, bien connu par ses intéressantes recherches,



Fig. 1.

M. Philibert Lalande, qui, entre autres travaux, collabora autrefoi avec MM. Cartailhac et Élie Massénat à la découverte de l'Homme de Laugerie (Dordogne). C'était en 1872, car la communication qui fut faite à ce sujet à l'Académie des Sciences par les auteurs de la découverte remonte à la fin du mois de mars ou au commencement d'avril de la même année, c'est-à-dire au moment même — 26 mars 1872 — où, de mon côté, étant en mission scientifique du Ministère de l'Instruction publique, je découvrais dans l'une des grottes des Baoussé-Roussé, en Italie, l'homme quaternaire (magdalénien) dit l'*Homme fossile de Menton*.

La lampe, dont voici le dessin (demi-grandeur), est un godet en pierre, présentant en un point de son bord une sorte de bec des plus rudimentaires pour la place de la mèche. Elle a été creusée peu profondément par la main de l'homme dans une roche volcanique, une téphrine analogue aux pierres de Volvic (Puy-de-Dôme). M. Ph. Lalande ayant eu l'amabilité de me l'envoyer en communication au mois de mars dernier, m'autorisant même à en prendre un moulage, ce dont je tiens vivement à le remercier ici ainsi

que des détails qu'il a bien voulu me donner au sujet de sa trouvaille, j'ai pu la soumettre à l'examen de mon ami, M. Stanislas Meunier, Professeur de géologie au Muséum d'histoire naturelle de Paris, qui a reconnu la nature minéralogique de la lampe.

Elle aurait été trouvée dans la commune de Saint-Julien-Maumont, canton de Meyssac, arrondissement de Brive (Corrèze), auprès de substructions gallo-romaines, mais non loin aussi d'une grotte creusée de main d'homme dite : *lo rotso Poutirou* (la grotte champignon), grotte que M. Ph. Lalande décrit succintement par les lignes suivantes, dans son très intéressant mémoire sur les grottes des environs de Brive (1) : « elle est creusée dans le grès du trias. « Ovale irrégulier de 9 mètres de longueur, 3 m. 80 et 1 m. 70 de « profondeur, 1 m. 75 de hauteur. Un placard simple et un placard « à feuillure... Des vestiges de substructions romaines existent « encore à très peu de distance. »

Mais, si cette lampe, en raison du point où elle aurait été trouvée par un habitant du pays, pouvait appartenir à l'époque romaine, cependant M. Ph. Lalande la considère comme trop grossière pour ne pas remonter à une date antérieure, voire aux temps préhistoriques. Je dois ajouter pourtant que rien n'a été trouvé avec elle qui permette de la dater avec quelque certitude.

Quoi qu'il en soit, la lampe de Saint-Julien-Maumont affecte la forme d'un godet régulier, au bord arrondi légèrement tranchant, dont le diamètre le plus grand (bec compris) mesure 0 m. 143 et le plus petit 0 m. 132. La hauteur totale du godet est de 0 m. 056 et sa profondeur au centre est de 0 m. 023. Enfin, sa face inférieure par laquelle il repose, régulièrement usée, est plane.

Les lampes préhistoriques, dont je viens de rappeler la découverte, sont donc au nombre de *neuf*, si l'on compte celle de Saint-Julien-Maumont, ce qui paraît probable, sans pourtant qu'il me soit permis de l'affirmer, ou de *huit* seulement, si on la considère comme gauloise ou comme appartenant à l'époque gallo-romaine, ce qui ne nous paraît pas vraisemblable, à M. Philibert Lalande non plus qu'à moi.

(1) Philibert LALANDE. — *Les grottes artificielles des environs de Brive* (Corrèze), pp. 25 et 31. (Mémoires de la Société de spéléologie, année 1897, n° 7.)

# M. PEYRONY

## STATIONS PRÉHISTORIQUES DU PECH-DE-BERTROU, PRÈS LES EYZIES (DORDOGNE) [571.24(44.72)]

— *Séance du 10 août* —

Si, de la grotte à gravures de la Mouthe, on remonte le petit vallon de gauche qui se dirige vers l'Est, on arrive bientôt à un plateau de quatre hectares environ de superficie, légèrement incliné vers le Sud et l'Ouest, et borné par les trois petits hameaux dits : Pech-de-Bertrou, Pech-de-Nissou, Pech-de-Madame. La majeure partie de ce plateau est formée de terres labourables ; le reste, de friches et de bois.

A cet endroit, on se trouve à trois kilomètres environ des Eyzies, à une altitude d'environ 210 mètres et à 140 mètres environ au-dessus du niveau de la Vézère.

En 1902, dans une excursion que je fis dans cette partie de la commune de Tayac, je fus frappé de l'exposition et de la nature sablonneuse du terrain. Je parcourus les champs cultivés et je recueillis quelques lames et quelques éclats avec bulbe de percussion bien caractérisé.

D'autres visites me permirent de reconnaître que le principal centre des stations préhistoriques, à cet endroit, était certainement dans un champ et une vigne situés entre les deux pâtés de maisons formant le hameau du Pech-de-Bertrou, limités au Sud par un chemin.

Là, sur une superficie d'environ soixante ares, j'ai recueilli un certain nombre d'objets qui m'ont prouvé que le plateau avait été occupé à deux époques différentes : à l'époque chelléenne et à l'époque néolithique.

### 1° *Époque chelléenne*

Comme industrie chelléenne, j'ai trouvé :

1° Une première hache cordiforme, assez grossièrement taillée. Longueur : 9 cent. ; largeur : 7 cent. ;

2° Une deuxième entière, mais plus petite et plus finement taillée. Longueur : 7 cent. ; largeur : 5 cent. 1/2 ;

3° Une troisième également entière, assez fine. Longueur : 5 cent.; largeur : 4 cent.;

4° Une quatrième plus grande, mais cassée en partie, dans le sens de la longueur. Longueur : 9 cent.; largeur : 5 cent. 1/2.

## 2° *Époque néolithique*

Comme industrie néolithique, j'ai ramassé :

1° Une magnifique hache entièrement polie, en silex marron, veiné, forme rectangulaire, avec une seule extrémité aplatie et tranchante. Longueur : 14 cent.;

2° Une deuxième hache, dont la moitié, du côté du tranchant, est seule polie et le talon retaillé après le polissage, afin de faciliter l'emmanchement; tranchant très arrondi. Longueur : 12 cent.;

3° Un morceau de hache polie dont le tranchant est très bien conservé. L'instrument entier ayant été cassé transversalement, deux encoches latérales ont été faites sur la partie que j'ai recueillie pour permettre un emmanchement solide. Longueur : 7 cent.;

4° Une pointe de flèche de forme amygdaloïde, biconvexe et taillée sur les deux faces. Longueur : 3 cent.;

5° Un petit perçoir à pointe finement retouchée. Longueur : 3 cent.;

6° Dix grattoirs simples;

7° Une lame entière avec quelques retouches à la pointe. Longueur : 9 cent.;

8° Une vingtaine de morceaux de lames ou lames sans retouches;

9° Deux nucléus;

10° Un percuteur;

11° Un galet ayant une forme grossière de hache polie;

12° Une cinquantaine d'éclats divers avec bulbe de percussion.

Le silex est, en général, gris clair ou très sombre; c'est celui qu'on rencontre ordinairement dans le voisinage. Quelques pièces sont recouvertes d'une mince couche de patine blanchâtre. La magnifique hache a été faite, avec un silex ressemblant à celui du Grand-Pressigny et qu'on ne trouve pas dans le pays.

## *Fouille stratigraphique*

Sur le conseil de mon maître et ami, le Dr Capitan, dans la vigne précitée j'ai fait ouvrir une tranchée de 1 m. 50 de long, sur 0 m. 80 de large et 0 m. 80 de profondeur, et voici les constatations que j'ai pu faire : La couche superficielle (couche végétale) de nature sablonneuse, contenant le néolithique, a 0 m. 30 d'épaisseur. La couche immédiatement inférieure, qui contient le chelléen, est formée par un terrain argilo-siliceux d'un rouge sale et contient beaucoup de

rognons de silex, des morceaux de minerai de fer et quelques pierres calcaires. Je n'ai recueilli, dans cette fouille, qu'un mauvais éclat placé entre les deux couches.

Tels sont les résultats de mes recherches et de mes fouilles au Pech-de-Bertrou.

---


## M. Édouard FOURDRIGNIER

à Sèvres


### INSCRIPTIONS ET SYMBÔLES ALPHABÉTIFORMES DES MOBILIERS FRANC ET MÉROVINGIEN [411]

*— Séance du 10 août —*

Les Francs, comme on l'a longtemps pensé, n'auraient été que des envahisseurs attirés, comme tant d'autres, à la curée de l'Empire romain qui s'effondrait. Si la renommée de leur valeur militaire se perpétuait, on leur méconnaissait d'avoir pu apporter avec eux aucune trace de civilisation. On leur refusait même jusqu'à une langue, et surtout une écriture propre.

Les découvertes témoignant de leur longue occupation dans une vaste partie de l'Europe occidentale, allant de la Hollande, du Hanovre jusqu'en Bohême; s'étendant en Suisse, en Bourgogne, pour passer la Manche et comprendre encore la partie occidentale de l'Angleterre; puis, l'unité de ce facies particulier si reconnaissable dans tous ces mobiliers francs; leur nombre considérable, tout cet ensemble a démontré qu'il fallait revenir sur cette appellation de Barbares et que, parce que la civilisation romaine ne croyait pas en dehors de la sienne à d'autres, il en existait pourtant, toutes différentes qu'elles soient, dont l'antiquité, autant que les avantages, ne pouvait être contestée.

On comprend alors que, pour toutes les inscriptions si variées que l'on a rencontrées dans les mobiliers francs, on n'ait pu songer, sous ces auspices, à leur attribuer une inspiration, une origine autre que l'épigraphie latine. Ces Barbares, étant illettrés, ne pouvaient avoir acquis de telles connaissances que par leurs rapports avec les peuples romanisés.

Si, en effet, certaines de ces inscriptions sont foncièrement d'origine latine, il en existe un groupe important dont les caractères ne peuvent s'y rapporter et dont la facture leur est étrangère.

Quand on a été embarrassé pour les interpréter, on a pensé alors que ce ne pouvait être que quelques copies, quelques imitations tentées par des graveurs inhabiles, ne sachant pas ce qu'ils reproduisaient.

Cependant, à la suite de plusieurs observations, même assez récentes, faites dans des milieux positivement reconnus comme francs, on a constaté que plusieurs de ces inscriptions se composaient de caractères usités seulement vers la même époque, par les peuples du Nord de l'Europe. Comme elles ont été lues et traduites, nous avons appris alors que cette épigraphie se rapportait aux *runes primitives* des contrées scandinaves.




Fig. 1. — Série des Runes primitives.

Ces observations ont été faites un peu partout, dans toute la partie de l'Europe occidentale, où les Francs ont marqué leur séjour.

On a signalé des inscriptions runiques en Allemagne, en Roumanie et aussi en Russie. En Angleterre où plusieurs ont une certaine célébrité, telle l'inscription du scramasaxe, trouvé à Setting-Bourne,

dans le Kent, et une autre provenant du comté de Cumberland. En France, on peut citer la plaque fibule de Charnay près de Mâcon, en plein pays burgonde. En Belgique, une bague de la grotte de Menil-Favay ayant douze caractères gravés, puis le tombeau peint de Koningsheim conservé au musée diocésain de Liège, où également quelques runes sont figurées associées parmi des emblèmes chrétiens (1).

Sans trop rechercher comment ces objets, supportant ces inscriptions, ont pu se trouver dans ces mobiliers francs et s'ils ne pouvaient faire partie d'une pacotille facilement transportable, ils prouvent tout au moins des relations avec les peuples de Scandinavie.

Une certaine détente alors s'est produite sur ce que l'on avait pensé de ces Barbares et l'on s'est demandé si, avant leur exode du fond de la Germanie, ils n'avaient pas été, eux aussi, initiés avec cette culture civilisatrice des Scandinaves dont ils étaient si proches voisins.

Arrivés d'abord avec leur manière de vivre et leur langage incompris des peuples latins, pendant les premiers temps, ils conservèrent les habitudes qu'ils avaient apportées. Ce n'est que par la suite, que peu à peu ils les abandonnèrent, pour prendre, en se fusionnant avec le reste de l'ancienne population, leurs mœurs, leurs coutumes, qui se modifièrent elles-mêmes avec les éléments nouveaux.

Ces données générales, en conformité avec l'Histoire, trouvent une confirmation dans les inscriptions qui nous occupent.

En effet, si dans les mobiliers les plus anciens de la première époque franque, on a rencontré plusieurs inscriptions franchement d'origine latine, on remarque que ce ne sont pas sur des produits francs, mais bien d'industrie romaine. Mais en même temps, c'est dans ces mobiliers de la première heure, qu'ont été observées des inscriptions en caractères scandinaves bien établis. C'est principalement aussi dans ces milieux que l'on trouve toutes ces sortes de symboles alphabétiformes, de monogrammes énigmatiques pris souvent pour des ornements sans importance ou des copies inhabiles.

Plus tard, ce dernier groupe devient de plus en plus rare et, au VI[e] siècle, les caractères de toutes ces légendes bizarres ont nettement une allure latine, si, tout au moins, elles résistent à une interprétation concluante.

(1) Ed. FOURDRIGNIER. — *Les caractères runiques du tombeau de Koningsheim*, Tongres, 1903.

A propos de ces symboles, que l'on a voulu souvent ne considérer que comme de simples traits, n'ayant aucune valeur scripturale, en dehors de l'épigraphie latine et de la série des runes primitives que l'on aurait cherché à imiter, quelques auteurs ont aussi attiré l'attention sur un curieux système d'écriture, usité vers la même époque. en Irlande, en Écosse et dans le sud de la Grande-Bretagne.

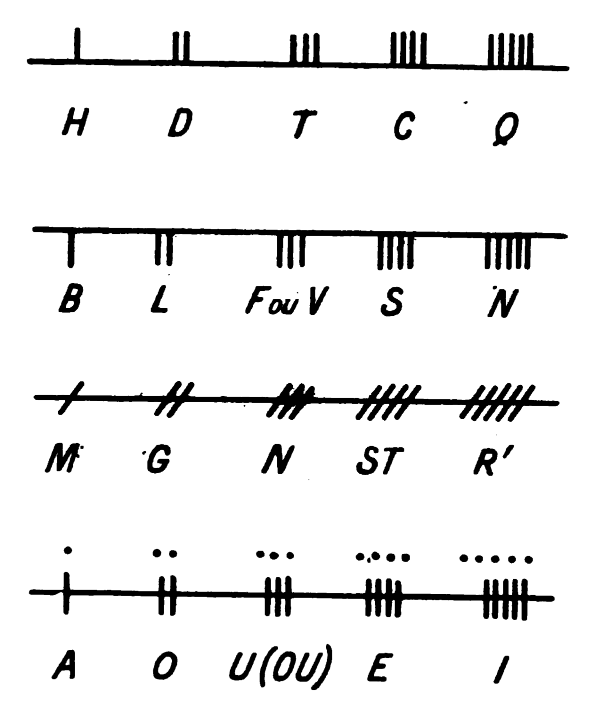



Fig. 2. — Série alphabétique des Oghams.

Ce sont les *caractères oghamiques*. Ces symboles alphabétiques se composent, comme l'on sait, de traits placés au-dessus ou au-dessous et aussi en travers d'une ligne médiane. Ils forment des groupes, de un à cinq, de ces traits associés, qui représentent une série de lettres. Longtemps on les a considérés comme appartenant à une écriture secrète comme on l'avait fait du reste autrefois pour les *runes*.

Mais, quoi qu'il en soit, pour ce qu'étaient les *Oghams*, la proximité des Iles Britanniques avec le Continent, les rapports fréquents qui existaient alors, ne rendraient pas impossible que cette écriture n'ait été connue dans ces régions. Quoique les preuves de l'usage des

*Oghams* ne soient pas encore nombreuses, nous avons pensé qu'il fallait au moins les citer à titre de mémoire.

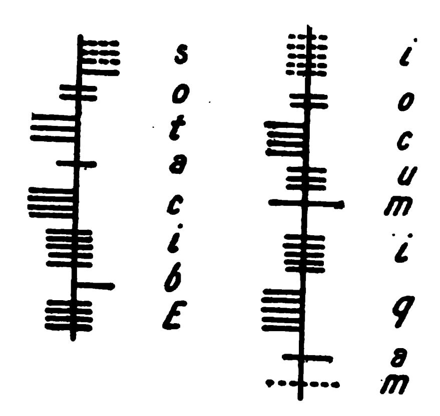



FIG. 3. — Stèle oghamique de Silchester. *(Lire de bas en haut.)*
*Traduction.* — ............... Ebicatos magni Mucoi....
(Tombeau de) Ebicatus fils de Muco.....

Si nous n'avions craint d'être entraîné trop loin, nous aurions désiré présenter ici d'autres détails que ces généralités sur certains de ces symboles alphabétiformes et proposer plusieurs rapprochements significatifs avec d'autres symboles connus.

Ce que nous avons cherché, c'était d'attirer à nouveau l'attention sur ces curieuses inscriptions, dont la solution de leur énigme ne peut être que profitable pour pénétrer plus avant vers les origines de ces peuples francs, qui nous touchent de si près.

---

M. le Dr Fernand DELISLE
Préparateur au Muséum d'Histoire naturelle, à Paris

## LE PRÉHISTORIQUE DANS LES ARRONDISSEMENTS DE NÉRAC (LOT-ET-GARONNE ET DE CONDOM (GERS) [571 (44.76)]

— *Séance du 10 août* —

Nous avions été frappé, en examinant les quelques pièces préhistoriques qui figurent dans les collections du musée de la ville de Nérac, non de leur nombre, mais de la multiplicité de leur point

d'origine, du lieu où elles avaient été trouvées. Après avoir cherché à nous mettre en rapport avec quelques-uns des donateurs de cette région, ils n'étaient pas archéologues ou préhistoriens, force nous fut de marcher seul et sans plus amples renseignements, les pièces ainsi données au musée de Nérac ayant été trouvées, rencontrées par hasard dans les champs et le plus souvent par des paysans.

Le Conseil de l'Association Française m'accorda une subvention sur le Legs Girard, afin de pouvoir donner suite à mon programme de recherches.

Parmi les pièces qui figurent au musée de Nérac, il faut établir une division. Les unes, le plus grand nombre, sont des haches polies (15) trouvées dans les champs et quelques rares silex; les autres proviennent d'une fouille faite à l'allée couverte de Fargues, canton de Casteljaloux. Je n'ai pu avoir aucun renseignement sur la manière dont avait été fouillée cette allée couverte. On l'appelle dans le pays « Lit de Gargantua ». Les objets en provenant comprennent : Un collier fait avec des canines de cerf et des perles en coquille, deux haches polies, quelques silex taillés, des fragments de cristal de roche, des débris de poterie et un os travaillé. Nous avions pù reconnaître, en parcourant cette partie du département, un certain nombre de monuments mégalithiques, menhirs, dolmens, etc., plus ou moins bien conservés et déjà signalés par nos devanciers.

Mais, par suite des recherches auxquelles nous nous sommes livré, nous avons été conduit à dépasser les limites du département du Lot-et-Garonne et à déborder dans celui du Gers.

Nous avons entrepris de rechercher : 1° Si les indications déjà anciennes données par certaines revues scientifiques de l'époque à l'occasion de certaines trouvailles, étaient bien exactes et non exagérées ; 2° s'il y avait réellement des vraies stations préhistoriques, des grottes et abris sous-roche d'habitation ou de sépulture, des objets d'industrie et des instruments des différentes périodes de la pierre; 3° étude des pièces ostéologiques crânes, squelettes de sujets humains de cette époque.

Tout d'abord, le dernier point de notre programme n'a pu avoir de suite, n'ayant pas eu la bonne fortune de trouver de sépulture.

Il semble, que ceux qui ont rendu compte, à des époques diverses dans des recueils périodiques de certaines trouvailles, ont donné un peu hâtivement au simple fait de trouver, en un point du terroir, un seul ou même un très petit nombre de pièces, silex, haches taillées

ou polies, la désignation un peu pompeuse de station; c'est une exagération manifeste faite pour induire en erreur. Tout le monde conviendra de cela. Nous avons visité attentivement certaines de ces soi-disant stations et elles ne sont pas des stations au vrai sens du mot. Une fouille faite sur place, avec criblage de la terre, ne nous a pas donné le moindre éclat.

De nos recherches, il résulte cependant que toutes les phases de la grande période des industries lithiques sont largement représentées dans la région qui nous occupe.

La période acheuléenne y a laissé des instruments très nombreux et dont la taille est très remarquable par le fait de sa grossièreté, bien que très nettement caractéristique, tantôt sur les deux faces, tantôt sur une seule; parfois seulement une partie de la pierre a été dégrossie pour former la pointe d'un seul côté, tantôt sur les deux faces on reconnaît la trace du travail de l'homme, préhistorique, qui n'a fait que juste le travail nécessaire pour confectionner l'outil dont il avait besoin. Ces pierres taillées, du type acheuléen, semblent témoigner, vu leur aspect et le petit nombre des éclats enlevés, de la hâte de la fabrication tout autant que du peu d'habileté de l'ouvrier peu difficile peut-être.

Les Roches les plus diverses ont été utilisées pour la confection de ces instruments acheuléens, quartzites, grès, silex de qualités variables, calcaire compact, diorite, etc. Il y a lieu de penser que la plupart des pièces préhistoriques, que nous avons pu voir et trouver, ont été faites avec des fragments de roches trouvés sur place, entraînés là par les eaux sauvages d'une époque antérieure, et ramassés par l'homme dans les champs ou dans le lit des cours d'eau, autrefois importants, qui traversent cette région. Toutes ces roches proviennent certainement de la chaîne pyrénéenne, sauf quelques échantillons spéciaux, qui auront pu être introduits dans cette région par voie d'échange ou de migration.

Toutes ces pièces acheuléennes ont été trouvées à la surface du sol en plus ou moins grand nombre dans certaines communes, rarement les unes auprès des autres. C'est particulièrement dans les communes de Gondrin, de Montréal, de Courrensan (Gers), qu'il est assez fréquent d'en découvrir.

On y trouve aussi de nombreux échantillons des périodes Moustiérienne et Magdalénienne d'un joli travail, en particulier des grattoirs de formes et de dimensions variables, parfois très finement retaillés, des percuteurs, mais peu de lames, de couteaux ou d'autres types d'outils, et jamais en nombre au même point.

De la période solutréenne, seulement quelques rares échantillons de pointes, si toutefois notre appréciation est bien exacte.

Il a été trouvé par des collectionneurs de Condom, dans les environs de cette ville, deux pointes de flèche en obsidienne qui doivent être très certainement rapportées à l'époque de la Pierre polie. La présence de ces deux objets, loin de toute région volcanique, ne peut s'expliquer que par l'arrivée d'ún individu venant du Massif Central ou par le fait du commerce d'échange.

Ce qui frappe le plus, quand on examine les petites collections réunies par les quelques personnes qui les ont rassemblées, c'est le nombre relativement considérable des haches polies, ciseaux et gouges faits en roches dures fort diverses, principalement dans l'arrondissement de Condom, c'est-à-dire dans le nord du département du Gers et en même temps l'absence d'autres pièces en pierre ou en silex employées comme outils et qui sont de petites dimensions. Nous pensons qu'ils ne doivent pas manquer, mais ils ne sont pas ramassés à cause de leur petit volume qui n'attire pas le regard. Cela conduit à penser que, dès cette époque, la densité de la population de cette partie de l'Aquitaine était relativement élevée, dans une région bien arrosée, assez favorable à son développement, à une certaine distance de la terre des Landes sablonneuses et marécageuses.

Cependant la région des Landes, aussi bien dans celles du Lot-et-Garonne que du département des Landes, n'a pas été complètement désertée par les anciennes populations du Sud-Ouest de la France. On y trouve encore des mégalithes, généralement en assez mauvais état et encore assez nombreux. De plus, on sait que beaucoup d'autres ont été détruits à toutes les époques et même récemment. Nous avons pu reconnaître en place les restes de certains d'entre eux dans la lande qui s'avance jusqu'à la rive gauche de la Gélise aux environs de Nérac et de Barbaste.

Au cours de nos excursions, nous n'avons pu encore trouver une seule vraie station préhistorique, station de taille proprement dite ou station de groupement, d'habitat. Il ne faut pas conclure de cela qu'il n'y en a pas; ce serait juger prématurément. En étudiant la terminologie des noms de lieu dits actuels, on voit que certains d'entre eux peuvent avoir pu être appropriés à des stations de taille. par exemple, le *Peyrassa*, « le lieu des pierres », près de Courrensan (Gers). En cet endroit, que je n'ai pu encore visiter, il a été trouvé plusieurs pièces de l'époque acheuléenne et de celle de Moustier.

Nous avons réuni certaines indications qui se rapporteraient, selon

toute vraisemblance, à des stations d'habitat plutôt qu'à des stations de taille, qui nécessiteront des vérifications ultérieures.

En examinant la nature des roches utilisées pour confectionner les haches polies, le plus souvent en roches très dures, auxquelles on donnait un poli admirable, on reconnaît que les matériaux ont été choisis avec le plus grand soin. C'est plus spécialement la collection de M. Pellisson, de Condom, qui fait bien ressortir ce fait. Il possède une série de plus de 100 haches polies trouvées dans la région, les unes achevées, quelques-unes incomplètement polies, diorite, serpentine, jadéite, néphrite, grès siliceux, schiste, roches volcaniques (basalte, trachyte), etc. Or cette région ne présente pas, ainsi que nous l'avons dit plus haut, de roches anciennes en place qu'on puisse exploiter des calcaires et des grès exceptés. Il faut signaler en particulier des haches en silex absolument semblables à celles qu'on a trouvées en grand nombre dans la vallée de la Loire et de ses affluents méridionaux. Il nous semble que beaucoup de ces haches ont dû venir là, soit par le fait des migrations ou plus probablement par voie commerciale, le silex du pays étant de mauvaise qualité et se prêtant peu à la confection de pièces d'un certain volume. Ce qui tend à corroborer cette manière de voir, c'est que, jusqu'à ce jour, il n'a pas été découvert de polissoir.

Il existe de très nombreuses grottes dans les assises épaisses du calcaire compact de cette région, particulièrement dans la vallée de la Gélise. Elles y présentent des caractères, en apparence différents, qui portent à regarder les unes comme naturelles et les autres comme artificielles. Certaines grottes naturelles ont été modifiées, pour ainsi dire perfectionnées, à une époque de civilisation, alors que d'autres sont restées intactes. D'après certains indices, les unes ont pu servir d'habitation, tandis que plusieurs d'entre elles ont été utilisées comme grottes sépulcrales.

Il nous a paru utile, pour compléter nos premières recherches, de consulter les collections régionales du Musée de la ville d'Agen. Il y a là des documents préhistoriques très intéressants, en particulier la trouvaille faite à la grotte de Dondas, canton de Beauville (Lot-et-Garonne), et de nombreuses haches taillées et polies, des silex magdaléniens et moustieriens, mais en petit nombre. De la grotte de Dondas, il a été retiré une voute crânienne incomplète, qui ne permet pas de fixer le type ethnique de l'individu, et quelques fragments d'os longs, humérus, fémurs, tibias, qui paraissent se rapporter à des sujets robustes. Du reste, cette grotte aurait été fouillée de façon fort sommaire et incomplètement.

Indépendamment des trouvailles se rapportant aux différentes périodes de l'âge de la pierre, il y a aussi de nombreux objets d'industrie, de la poterie, des haches de bronze en tout semblables aux types de cette industrie, exhumés dans les différentes régions de la France.

---


## M. DESMAZIÈRES

Percepteur à Segré (Maine-et-Loire)


### NOTE SUR UNE STATUETTE PRÉHISTORIQUE EN GRÈS TROUVÉE A BLAISON (MAINE-ET-LOIRE) [571.73(44.18)]

*— Séance du 10 août —*

Au fond d'une sorte de niche naturelle peu profonde, creusée sur les parois d'un bloc de grès enfoncé profondément dans le sol et ne présentant aucune apparence de monument mégalithique, sur le territoire de la commune de Blaison, entre les lieux dits *Pissault* et les *Landes*, au Sud et à 200 mètres environ du chemin de grande communication de Saint-Rémy-la-Varenne, à Brissac, j'ai trouvé, en 1890, un rognon de grès représentant une tête humaine; longtemps, j'ai hésité à publier ma découverte. Quelques archéologues angevins, assez sceptiques, ne voyaient dans cet objet qu'une sculpture moderne faite par des ouvriers ou des enfants. Cependant, la physionomie toute particulière de la tête, diverses circonstances de la trouvaille, m'encouragèrent à poursuivre mes recherches sur le terrain d'abord, dans les musées et les bibliothèques ensuite.

Dans une vigne appartenant à M. Choleau, maire de Blaison, à quelques mètres de l'emplacement de cette tête, j'ai recueilli trois lames en silex dit de Pressigny; M. Choleau m'a assuré en avoir souvent rencontré en labourant. Non loin de là, commune de Gohier, j'ai ramassé une belle hache polie, en grès du pays. D'autre part, il est bon de noter que le dolmen d'Étiau, situé commune de Coutures, n'est qu'à une distance de 1.500 mètres.

Cet ensemble de circonstances tendait déjà à attribuer à ma trouvaille une origine préhistorique. En 1892, j'eus connaissance des

intéressantes recherches de M. l'abbé Hermet, dans l'Aveyron et le Tarn, sur les statues-menhirs; à Paris, en 1900, à l'Exposition, je pus faire un rapprochement entre la tête de Blaison et celles des statues-menhirs exposées, soit au Trocadéro, soit au Petit-Palais. Plus récemment encore, M. Louis Giraux publiait, dans l'*Homme préhistorique*, un travail sur une *statue-menhir* découverte en Corse (1). La tête de cette statue, figurée dans ce journal, présente une grande analogie avec celle de Blaison.

Il existe cependant, entre la statuette qui fait l'objet de notre communication et les statues-menhirs déjà signalées, une différence importante. Tandis que la hauteur de la tête des statues-menhirs varie entre 50 et 80 centimètres, notre sculpture ne dépasse pas 8 cent. En voici la description détaillée.

La tête est sculptée dans un petit bloc de grès tertiaire très commun dans toute la région; ces grès sont connus sous le nom de grès à pavés. La tête proprement dite mesure 0 m. 05 de hauteur, sur 0 m. 048 de largeur, le cou atteint 0 m. 03. La partie supérieure de la tête est légèrement conique et présente à la hauteur du front une sorte de bourrelet circulaire très légèrement bombé, la partie inférieure est formée par un ovale assez régulier.

Les yeux, le nez, la bouche sont fort bien indiqués et occupent exactement leurs places respectives, le nez a même dû, autrefois, présenter un certain relief disparu par l'usure, le menton est aplati comme l'ensemble de la face, la tête est fortement couchée en arrière, formant un angle assez prononcé avec le cou. Le corps de la statuette a-t-il quelquefois existé ? je crois plutôt que la tête seule a été figurée.

Cette tête a-t-elle été taillée en plein bloc ? j'estime que l'artiste a dû utiliser, sans doute, quelques-uns de ces rognons de grès qu'on trouve dans les formations gréseuses de la région. Ces rognons, formés par la dissolution des parties plus tendres autour d'un noyau plus dur, affectent souvent des formes se rapprochant grossièrement de l'ensemble de la tête en question; le sculpteur n'aurait eu qu'à modifier légèrement les contours du bloc.

Cette statuette appartient-elle à une même époque, à une même civilisation que les statues-menhirs de l'Aveyron, du Tarn et de la Corse ? je suis tenté de le croire. Elle a tous les caractères de cet art étrange, présentant de grandes analogies avec certaines figurations dolméniques du néolithique.

En terminant, je ferai remarquer qu'on a trouvé assez souvent

(1) L'*Homme préhistorique*, n° 6, 1er juin 1903, pp. 174-177.

en Anjou des objets préhistoriques, haches polies ou silex taillés, placés dans les excavations des blocs de grès ou de granit. Je citerai notamment une belle lame trouvée dans les environs de Gennes par M. Bonemère, une autre signalée par M. le Dr Atgier dans le Choletais.

---

M. le Dr Henri GRIPAT

à Angers

## INFLUENCE DE LA GRIPPE SUR LA PRODUCTION ET L'ÉVOLUTION D'AUTRES MALADIES [616.98]

*— Séance du 5 août —*

Depuis que la Grippe domine toute la pathologie médicale, c'est-à-dire depuis la fin de 1889, les maladies affectent des formes moins franches, une marche plus insidieuse, une tendance plus grande à suppurer et, comme on disait autrefois, plus de malignité. De plus, un certain nombre de maladies, qui sont ou la complication ou la forme anormale de la Grippe, sont devenues d'une fréquence autrefois inconnue; elles affectent aussi une modalité particulière. C'est ce que je vais essayer de prouver par quelques exemples.

1° Il a été reconnu de tout temps que le vestibule pharyngé est constamment atteint dans la Grippe. En 1873, alors que j'avais l'honneur d'être, à l'Hôtel-Dieu de Paris, l'interne de M. le Dr Hérard, ce clinicien éminent nous enseignait que le coryza est un des signes les plus constants de cette maladie dans la forme catarrhale qu'elle affectait alors presque exclusivement. C'est, en effet, dans les premières voies respiratoires que le bacille de Pfeiffer commence ses ravages; et si, comme il arrive souvent dans notre climat d'Anjou, il trouve là des conditions favorables à l'association avec les microbes qui sont les hôtes familiers de l'arrière-gorge, il y pullule et produit les dégâts extraordinaires. N'est-il pas évident que le nombre des adénoïdites aiguës est devenu considérable, que la nécessité du curetage de la gorge s'impose bien plus souvent qu'autrefois? N'est-il pas vrai également que l'infection microbienne se propage maintenant plus souvent et d'une façon plus dangereuse à

la trompe d'Eustache et à la caisse du tympan? Le danger de cette complication est d'autant plus grand que, dans bon nombre de cas, l'affection évolue avec un caractère de virulence souvent impossible à prévoir, d'où, depuis 10 ans, la suppuration si fréquente de la caisse et la nécessité de parer, par une paracentèse précoce du tympan, soit à sa perforation spontanée, soit à l'envahissement des cellules mastoïdiennes. Ainsi, du fait de la Grippe, les inflammations profondes de l'oreille sont devenues plus fréquentes et à marche plus grave; il s'ensuit qu'au début de la Grippe on doit considérer comme une nécessité thérapeutique de premier ordre d'insister sur l'antisepsie du rhino-pharynx.

2° Bien souvent le microbe de la Grippe porte son effort principal sur le tissu pulmonaire, et là encore il modifie l'allure des phénomènes pathologiques. Depuis 10 ans, je ne crois pas avoir observé un seul cas de pneumonie franche chez l'adulte, avec ses caractères classiques, et particulièrement les crachats rouillés. Qu'est-ce à dire? N'y aurait-il plus de pneumonies? Assurément il en existe encore, et de sérieuses; mais elles ont une tout autre allure qu'autrefois. Ou bien ce sont des broncho-pneumonies avec crachats purulo-sanglants, ou bien ce sont des pleuro-pneumonies, ou bien l'inflammation combinée des bronches, de la plèvre et du tissu pulmonaire d'un département limité de l'arbre respiratoire; et, dans ce cas, il arrive bien souvent que la région ainsi affectée devient le siège d'une fonte purulente, d'un abcès avec formation d'une caverne. Plusieurs cas de ce genre sont restés gravés dans ma mémoire, en raison de leurs particularités singulières. En voici trois, parmi les plus intéressants.

En 1894, un patron charpentier, âgé de de 45 ans environ, habituellement bien portant, fut atteint d'une suppuration d'origine grippale du sommet d'un poumon, avec caverne assez vaste pour que l'expectoration quotidienne d'un pus horriblement fétide oscillât, pendant une quinzaine de jours, entre un demi-litre et un litre. Cette caverne se cicatrisa lentement mais complètement et le malade exerce encore sa profession avec activité.

Vers le même temps, un jeune soldat se présentait à la visite régimentaire avec des symptômes généraux que le major prenait d'abord pour un simple embarras gastrique. Au bout de trois jours, on reconnaissait un point de pleurésie et, le lendemain, un noyau de pneumonie. Huit jours plus tard, il s'était produit à la base du poumon droit une caverne avec expectoration purulente abondante, amaigrissement rapide et dépression générale simulant une tuberculose pulmonaire. La production si rapide de cette caverne au moment de

la défervescence me fit nier la tuberculose, affirmer la Grippe, et l'examen bactériologique confirma ce diagnostic : il n'y avait que des bacilles de suppuration, des streptocoques, sans bacilles de Koch. Depuis longtemps le malade se porte bien et mène une vie très active.

Il y a quelques années, un homme de 50 ans était pris d'un accident pareil, broncho-pleuro-pneumonie de la base avec crachats sanglants, puis purulents, et petite caverne. Il passa l'hiver suivant dans le Midi et s'en trouva bien ; mais, l'hiver d'après, il était repris de même façon ; il est mort récemment d'une nouvelle atteinte de Grippe à forme myocardique foudroyante. C'était un emphysémateux dont le cœur avait faibli dans les derniers temps de sa vie.

3° Parmi les maladies que la Grippe a été accusée, non sans raison, à mon sens, d'avoir rendues plus fréquentes, l'appendicite est une des plus importantes. C'est depuis la communication faite le 24 mars 1899 à la Société médicale des hôpitaux par le Dr Faisans, que l'influence de la Grippe sur la production de l'appendicite est devenue classique. Qu'il me soit permis de revendiquer en passant un droit de priorité. Le 13 mai 1896, en effet, j'ai présenté à la Société de médecine d'Angers une note ayant pour titre : *Influenza, épidémie de famille, polymorphisme*, où je citais, au milieu de plusieurs autres cas de Grippe à formes diverses, dans la même famille, un cas d'appendicite légère que j'attribuais expressément à la Grippe.

Est-ce parce qu'on en fait mieux le diagnostic, que l'appendicite paraît plus fréquente, ou bien est-elle réellement plus commune parce que le bacille de Pfeiffer ajoute une action novice nouvelle à celles qui agissaient seules autrefois pour la produire, et alors faut-il faire de l'appendicite une des entités morbides sur la production desquelles la Grippe exerce une influence manifeste et dont elle a augmenté considérablement la fréquence? Je me range à cette seconde opinion.

Assurément, si l'appendicite avait été aussi commune autrefois que maintenant, les cliniciens s'en seraient bien aperçus. Dira-t-on qu'on la connaît mieux parce qu'on l'opère plus volontiers et plus tôt? C'est là déplacer tout simplement la question. L'appendicite est plus fréquente et plus grave depuis que l'influence grippale domine la constitution médicale; voilà le fait brutal et qui me semble comporter cette déduction logique que la Grippe est une cause éloignée de l'appendicite.

Par quel mécanisme? Dans la Grippe, les troubles intestinaux prédominent souvent. « L'appendice est lésé au même titre que les autres parties du tube digestif; mais sa réparation paraît moins facile..., c'est un organe lymphoïde, comparable à l'amygdale », dit le Dr Roger (*Maladies infectieuses*, t. I, p. 350, 1902); et il ajoute qu'il s'y produit des ulcérations rebelles, des adhérences, la formation d'une cavité à goulot rétréci, même une cavité close, souvent un calcul, point de départ ultérieurement d'accidents suppuratifs ou gangréneux, sous l'influence adjointe d'une cause locale d'infection, telle que la constipation opiniâtre, ou d'une infection générale quelconque. Et voilà comment il me semble facile d'expliquer la corrélation entre le très grand nombre des cas d'appendicite des dernières années passées et l'actuelle endémie de Grippe.

J'ajoute, comme argument complémentaire, que le plus grand nombre des cas d'appendicite a été de quelques années postérieur au début de l'épidémie actuelle de Grippe et que la fréquence de l'appendicite semble concorder avec celle des Grippes à formes graves; d'où cette conclusion que, si la Grippe redevenait plus rare, il en serait probablement de même pour l'appendicite.

4° Les voies biliaires ne sont pas moins exposées à servir de lieu de culture aux bacilles qui s'associent pendant la Grippe dans les voies digestives. Au *Congrès de chirurgie de 1902* (p. 500), Tédenat et Soubeyran, puis le professeur Berger, ont signalé des angiocholites grippales plus ou moins graves, allant même jusqu'à la formation d'abcès du foie. L'infection étant moins intense, il se produit parfois des ictères catarrhaux dont j'ai eu l'occasion d'observer quelques cas sériés. Il se peut aussi que le trouble apporté à la sécrétion biliaire se produise d'une façon latente et qu'il soit la cause première de la formation de calculs biliaires et de coliques hépatiques. Questionné par moi sur ce sujet, mon ami le Dr Cornillon, de Vichy, dont la compétence en la matière n'est pas douteuse, m'a fait la réponse typique que voici : « J'ai vu quelquefois des accès de « coliques hépatiques succéder nettement à la Grippe chez des gens « qui en avaient été exempts jusqu'alors, mais qui y étaient prédis- « posés par hérédité. Ce que j'ai observé très souvent, c'est, à la « suite de la Grippe, un rappel de coliques, alors que les individus « se croyaient entièrement débarrassés de leur affection du foie. « Dans ces cas, les crises sont habituellement répétées et violentes. « Chez les gens non guéris de leur lithiase biliaire, les coliques pro- « fitent ordinairement de l'apparition d'une Grippe pour évoluer

« avec leur acuité ordinaire et parfois aussi avec un ensemble d acci-
« dents réflexes alarmants. Dans tous ces cas, le microbe de la
« Grippe joue indubitablement le rôle d'*agent provocateur*. »

D'où il suit, évidemment, qu'un des préceptes de la thérapeutique de la Grippe est le nettoyage des voies digestives et leur antisepsie rigoureuse, pour empêcher dans l'avenir la production de la lithiase biliaire, comme aussi la prédisposition à l'appendicite.

5° Le D^r^ Cornillon ajoute spontanément, dans sa lettre : « Il est
« une autre maladie sur l'éclosion de laquelle la Grippe a une
« influence décisive, c'est le diabète. J'ai vu fréquemment cette
« maladie reconnaître pour cause unique la Grippe vulgaire. Nos
« clients accusent les sirops absorbés en grande quantité, le séjour
« à la chambre, au lit, les craintes qu'ils ont conçues. Je n'en crois
« rien ; cette étiologie me paraît trop simple. Chez les obèses, la
« Grippe paraît jouir du triste privilège de bouleverser l'économie
« tout entière, de jeter le désarroi dans les échanges nutritifs et de
« les faire sortir de leur voie normale. Parfois c'est le diabète insi-
« pide, plus souvent le diabète sucré véritable, qui en est le résultat,
« avec son cortège symptomatique et sa marche habituels. » Et il conclut : « Si la gravité immédiate de la Grippe n'est pas ordinaire-
« ment très grande, ses effets consécutifs, éloignés ou rapprochés,
« sont quelquefois terribles. » C'est là une proposition à laquelle je souscris volontiers.

6° La Phlegmatia alba dolens est une autre maladie qui semble assez souvent succéder à la Grippe. Pour obtenir sur ce point des renseignements confirmatifs de mon observation personnelle, j'ai profité d'une récente occasion pour questionner verbalement le D^r^ Vaucher, médecin consultant de la station thermale où viennent échouer le plus grand nombre des phlébitiques imparfaitement guéris, c'est-à-dire Bagnoles de l'Orne, et j'ai eu le plaisir de recevoir presque en même temps de M. le D^r^ Hannequin, qui exerce à la même station, un très intéressant mémoire ayant pour titre : *Manifestations veineuses de la Grippe* (extrait du *Bulletin médical* du 18 avril 1903), contenant une vingtaine d'observations très intéressantes. Or, nos confrères de Bagnoles s'accordent à reconnaître aux phlébites d'origine grippale, comme caractères principaux, d'être souvent doubles et d'être à rechutes. Pour ma part, j'ai observé récemment encore une malade qui, deux années de suite, a été atteinte d'une phlegmatia double violente et rebelles d'origine grippale.

7° Pour terminer cette revue, très incomplète d'ailleurs, des maladies et des syndromes que la Grippe a rendus plus fréquents ou plus

graves, j'ajoute que jamais il n'y avait eu tant d'albuminuries. Dira-t-on qu'actuellement on examine plus systématiquement les urines qu'autrefois? Mais il est bien des médecins dont c'est l'habitude depuis très longtemps et qui trouvent bien plus fréquent le syndrome albuminurie chez ceux qui ont été quelque temps auparavant atteints de la Grippe; il en est de cela comme de l'appendicite. Il est clair que, du fait de l'élimination par les reins des toxines d'infection, l'épithélium rénal est altéré et que, s'il ne se répare pas rapidement et complètement, avant qu'une des causes banales de néphrite intervienne à nouveau, le rein redevient malade plus ou moins sérieusement. D'où la nécessité reconnue par tous de prescrire le lait en abondance dès que la Grippe a envahi l'organisme.

Voilà donc un certain nombre de syndromes ou de maladies qui, du fait de la Grippe, ont à l'heure actuelle une modalité, une fréquence ou une gravité nouvelles; aussi j'estime qu'il m'est permis de répéter, en terminant, que, depuis 1890, la Grippe a modifié la constitution médicale tout entière; partout où il séjourne, le microbe de Pfeiffer est prêt à jouer le rôle d'*agent provocateur*.

---

## M. le Dr Henri GRIPAT

à Angers

---

### ÉPIDÉMIES FAMILIALES DE GRIPPE [616.938

---

*— Séance du 5 août —*

L'air expiré sert de véhicule au microbe de la Grippe; il est donc naturel que ceux qui vivent dans le même milieu soient pris simultanément. Si les individus atteints présentent des conditions différentes de réceptivité, s'ils n'ont pas le même point faible, on observe côte à côte les diverses formes communes de la maladie affectant soit l'appareil respiratoire, soit le tube digestif, soit le système nerveux. Si les individus agglomérés sont de même âge, habitent les mêmes locaux, vivent de la même vie, suivent une même règle, mangent la même nourriture, se présentent en un mot dans des conditions identiques de réceptivité, on observe des séries analogues. C'est un fait d'observation banale.

Ce qui est plus rare et plus intéressant, c'est de voir dans ces épidémies familiales d'une maison, d'un atelier, d'un régiment ou d'un collège, des séries de formes insolites. La chose peut alors passer aisément inaperçue quand l'attention de l'observateur n'a pas été attirée par avance sur la relation de causalité reliant à la Grippe ces états pathologiques qui, à première vue, en pourraient paraître éloignés. A en signaler quelques exemples, on peut espérer attirer sur eux l'attention et démontrer que ces formes insolites de la Grippe sont en réalité assez fréquentes, qu'elles se présentent souvent en épidémies familiales.

Je donnerai quelques exemples sous deux vocables : *Épidémies familiales homologues* et *épidémies polymorphes*. Pour la discussion, je me vois obligé de reprendre les mêmes faits en les groupant différemment.

1° *Épidémies homologues.* — En 1896, j'étais appelé à soigner dans une même famille sept malades pris coup sur coup, à quelques jours d'intervalle, comme il arrive si souvent : deux jeunes enfants atteints de Grippe très normale et évidente à forme bronchique; deux domestiques, de grippe également normale à forme intestinale; une jeune fille, de néphrite grave; le père, d'angiocholite également violente; un fils, enfin, d'appendicite. Or celui-ci, le premier en date de cette épidémie de famille, était un jeune dragon qui avait évidemment infecté la maison. Revenant de manœuvres, on lui avait permis de se faire soigner dans sa famille parce que l'état sanitaire de son régiment était mauvais : coup sur coup, dix de ses camarades avaient été pris à la caserne d'appendicite et étaient en traitement à l'hôpital. Cette coïncidence me parut singulièrement suggestive et m'amena à déclarer, d'accord avec mon regretté confrère le Dr Dezanneau, que le jeune soldat, pris d'appendicite, avait été le trait d'union entre ses camarades du régiment et les membres de sa propre famille; et, comme dans sa famille il y avait au moins quatre individus indubitablement grippés, il me paraissait presque certain que les autres cas de la maison (l'angiocholite et la néphrite), ainsi que les autres appendicites du régiment, devaient être des cas de Grippe à formes insolites. C'est à partir de ce jour que je m'appliquai à rechercher les cas isolés d'appendicite pouvant être attribués à la Grippe et particulièrement ceux plus rares qui se présentaient en séries dans un même milieu.

Or, deux ans plus tard, je soignais à Angers, dans sa famille, un jeune homme atteint d'appendicite, venant d'un collège d'une ville voisine, et j'apprenais que, dans le même établissement, il s'était

produit presque simultanément cinq ou six autres cas d'appendicite chez ses camarades. Ici, encore, se trouvaient réunies mêmes conditions d'âge, d'occupations, d'habitat, de nourriture; il me parut évident que toutes ces appendicites sériées avaient eu pour cause un même microbe véhiculé très probablement par la voie aérienne, comme le microbe de la Grippe, les autres causes ordinaires de l'appendicite, telles que la constipation, venant probablement s'y ajouter.

A défaut de preuve expérimentale, mon assertion péche assurément par quelque point; mais il en est souvent ainsi en clinique, et bien souvent la conviction absolue ne se produit que plus tard, quand d'autres séries analogues sont fournies par d'autres observateurs, et c'est là ce que j'espère.

A l'automne dernier, dans un collège dont je suis le médecin habituel, j'ai observé, en l'espace de 20 jours, une série de douze ou treize cas d'ictères catarrhaux infectieux légers, tous identiques et sans gravité. Il s'en présenta d'abord les deux tiers dans la division des petits, puis le reste dans la division des moyens, celle des petits cessant alors d'en produire, comme il arrive d'ordinaire quand l'affection contagieuse est produite par un microbe véhiculé par la voie aérienne et non par ingestion alimentaire. Traités par la diète lactée, le calomel, puis les alcalins, tous ces ictériques guérirent rapidement. Mais un enfant, soigné dans sa famille, fut nourri trop tôt, mangea sans mesure et, ayant ingéré des huîtres dans un temps où elles furent incriminées en maints endroits de véhiculer le bacille d'Eberth, eut une fièvre typhoïde. Soit dit en passant, j'ai déjà observé plusieurs cas où le bacille de Pfeiffer semblait ouvrir la porte à celui d'Eberth. Pendant que j'observais cette épidémie d'ictères dans ledit collège, mon confrère M. le Dr Legludic soignait en ville deux enfants d'une même famille également atteints d'ictère catarrhal. C'était à un moment où l'on observait déjà un certain nombre de cas de Grippe, et j'estime que ces ictères peuvent légitimement être attribués à l'influence de cette maladie.

2° *Épidémies polymorphes.* — J'ai eu l'occasion, je le répète, de voir à la fois dans une même maison, en même temps que quatre cas de Grippes vulgaires, deux à forme bronchique et deux à forme intestinale, trois autres cas que j'ai également rattachés à la même maladie, malgré leurs formes insolites, savoir une appendicite venant d'un régiment où il y en avait dix autres, une angiocholite grave et une néphrite grave; pour l'appendicite et pour l'angiocholite, l'infection s'était faite par ascension du microbe et par sa fixation dans une

dépendance du tube digestif, ici par suite de la mauvaise hygiène alimentaire au cours de manœuvres, là par suite des préoccupations d'affaires et des fatigues de voyages répétés chez un père de famille. probablement atteint antérieurement de quelque tare du côté des voies biliaires. Quant à la néphrite, elle est fréquente dans la Grippe. le rein ne pouvant toujours résister impunément à l'élimination de toxines en trop grande quantité; j'en ai observé un certain nombre de cas graves dans le cours de l'épidémie actuelle, particulièrement dans l'hiver de 1889-1890 où la maladie avait un caractère de virulence très accentué. C'était bien une épidémie polymorphe de grippe.

En résumé, je crois pouvoir déduire de ces quelques exemples que des cas anormaux de Grippe se présentent parfois en séries homologues ou polymorphes dans les collèges, les régiments ou les familles.

---

## M. le Dr Marcel NATIER

à Paris

### LA SURDITÉ CHEZ L'ENFANT. — SON DIAGNOSTIC PRÉCOCE ET SON TRAITEMENT AU MOYEN DES DIAPASONS. — ÉDUCATION PHYSIOLOGIQUE DE L'ENFANT (1)

[617.8.0087:534.3]

*— Séance du 5 août —*

I

L'insouciance prétendue des personnes atteintes, à un degré quelconque, de surdité, a, de tout temps, profondément désolé les otologistes. Ils n'ont cessé d'alléguer que les malades de cette catégorie, insuffisamment préoccupés de leur condition, songeaient, trop tard, à solliciter des soins appropriés. De là affirmait-on, généralement, le peu d'efficacité ou même l'échec radical, en pareils cas, de toute thérapeutique.

Mais, ces reproches sont-ils réellement fondés? Il faut bien avouer que, très souvent, les débuts de la surdité passent absolument inaperçus. Et les malades sont entièrement de bonne foi, quand ils

(1) Travail de l'Institut de Laryngologie et Orthophonie de Paris.

déclarent n'avoir observé que depuis peu de temps les premiers symptômes de cette affection. Semblable assertion paraît, du reste, trouver sa justification dans ce fait, que les sujets les plus attentifs à l'état de leur santé — et les médecins eux-mêmes ou leur entourage immédiat n'échappent pas à la règle — offrent, communément, des défectuosités très accentuées de l'ouïe, dont ils n'ont pourtant pas la moindre notion. Une circonstance fortuite les conduira, seule, à cette constatation toujours pénible. C'est qu'alors s'établissent des suppléances entre les composantes de même note ou les notes voisines. Et ainsi se trouve plus ou moins masquée l'altération fonctionnelle de l'oreille jusqu'à ce que celle-ci, s'étendant en profondeur et en surface s'impose, de toute nécessité, à l'attention du patient.

## II

La présente étude est exclusivement et intentionnellement limitée aux lacunes auditives chez l'enfant. Celles dont il va être question ont été révélées d'une façon indirecte. Les sujets qui en étaient porteurs nous avaient tous été conduits pour des troubles du langage. Et c'est en les recherchant, de parti pris, qu'on a pu arriver à établir l'existence des défectuosités de l'oreille. Mais, à cet égard, quelques explications sont nécessaires. Il s'agit, en effet, d'une découverte récente. En voici l'origine :

Au mois de décembre 1901, M. l'abbé Rousselot entreprit l'éducation spéciale d'une fillette âgée d'une dizaine d'années. Elle était atteinte de bégaiement. En outre, elle zézayait fortement. Cette enfant, très intelligente et d'une famille appartenant à notre plus haut enseignement, n'avait, jusque-là, retiré aucun bénéfice des recommandations, pourtant singulièrement éclairées, qui lui avaient été prodiguées par les siens.

Le mécanisme articulatoire de l'*s* fut vite appris. Mais, abandonnée à elle-même, l'élève retombait sans cesse dans son ancien défaut. Aux reproches qui lui furent adressés à cet effet, elle répondit qu'elle ne se rendait aucun compte des fautes qu'on l'accusait de commettre, car son oreille était toujours impressionnée de la même manière. On songea alors que, si elle n'émettait par correctement l'*s*, c'était, peut-être, sinon qu'elle ne l'entendait pas du tout, mais au moins d'une façon imparfaite.

L'enquête auditive révéla l'existence de plusieurs points faibles : entre deux notes perçues normalement (4.224 et 3.968 v. s.), l'$ut_6$ (4.096 v. s.) était entendu, de l'oreille droite, 5 secondes de moins

que par l'enquêteur, et, de l'oreille gauche, 8 secondes. Plusieurs autres notes présentaient aussi un affaiblissement sensible : 704 (environ $fa_3$ dièze) accusait une diminution de 10 secondes. De même il y avait une réduction dans la durée de l'audition pour 520, 236, 101, 69, 62.5, 60 et 47, la note 168 étant normalement perçue. Cette constatation établie, on procéda à l'éducation acoustique et, bientôt, les deux oreilles ayant été complètement corrigées, le zézaiement fut guéri d'une manière définitive.

Il en fut ainsi pour un jeune homme de 18 ans qui, quelques jours plus tard, se présentait dans des conditions identiques.

Depuis cette époque, et dans maintes circonstances, nous avons eu l'occasion de vérifier, régulièrement, l'existence de lacunes analogues chez tous les patients venus à l'*Institut de Laryngologie et Orthophonie*, pour la correction de vices de prononciation. J'en vais, maintenant, rapporter des exemples.

## III

Obs. I. — Garçon de 15 ans, fils de père nerveux. Il paraît avoir eu, vers l'âge de 4 à 5 ans, une attaque grave de méningisme dont il est très bien guéri. Il n'a jamais pu prononcer correctement les *s*.

L'enquête auditive a révélé une imperfection relative de l'oreille (*voir fig. 1*). Or, celle-ci, chose remarquable, a été guérie par le seul exercice de la parole correcte; plusieurs des lacunes reconnues lors de la première enquête se sont trouvées comblées en quelques jours. Les notes $ut_3$, $si_1$, $la_2$, $sol_2$, $fa_2$, $ré_2$, $ré_7$, étaient entendues normalement. Les autres avaient gagné : $ré_7$, 1 seconde (or. g.); — $ré_6$, 10 (or. d.), 4 (or. g.); — $ré_5$ 10 (or. d.), 13 (or. g.); — $ré_4$, 25 (or. d.), 16 (or. g.); — $mi_2$, 20 (or. d.), 13 (or. g.); — $ut_2$, 10 (or. d.) et 27 (or. g.). Le second examen donne 6″ (or. d.), 8″ (or. g.). A un troisième examen, ont été entendus normalement : $ré_7$, $ré_5$, $ut_4$. Reste encore à gagner : $ré_6$, 4″; $ut_6$, 6″ (or. d.), 2 (or. g.); $mi_1$, 6″ (or. d.), 9″ (or. g.); $ut_2$, 11″ (or. d.), 5 (or. g.).

Obs. II. — Garçon de 10 ans, fils de mère excessivement nerveuse. Toujours malingre, arrêté dans son développement physique et intellectuel. Très en retard pour la parole.

Il paraissait entendre fort bien : ainsi demandait-on, en sa présence, quelque chose à sa sœur qu'il courait le chercher. Il commet, en parlant, de fréquentes erreurs. Or, comme celles-ci affectent surtout la distinction des sourdes et des sonores, l'examen acoustique a porté sur les deux gammes de la voix humaine : $ut_2$ et $ut_3$ (*voir fig. 2*). On remarquera que la dépression est proportionnellement plus grande pour la première que pour la seconde; ainsi : pour $sol_2$, sa perte est de 34/155; pour $sol_3$ de 16/105; soit, respectivement, d'environ 1/4 et 1/7. Aussi l'enfant entendait-il moins bien la voix d'homme que la voix de femme.

Après six semaines d'exercices respiratoires et trois d'exercices uniquement vocaux, il était très amélioré pour la santé et pour la parole. L'examen acoustique, pratiqué de nouveau, attestait un progrès considérable. L'audition était devenue normale de l'oreille droite pour $si_1$, $sol_1$, $fa_1$, $mi_1$, $ré_1$; elle avait gagné pour $si_2$, 13/16; — pour $la_2$, 19/23; — pour $sol_2$, 10/16; — pour $fa_1$, 49/57; — mais pour $ut_2$, seulement 5/11; — pour $ut_1$, 4/15.

Passons maintenant à l'examen du graphique ci-dessous relatif aux deux malades précédents.

La colonne de chiffres à gauche indique, évaluée en secondes, la durée de l'audition des diapasons employés. La ligne brisée formée

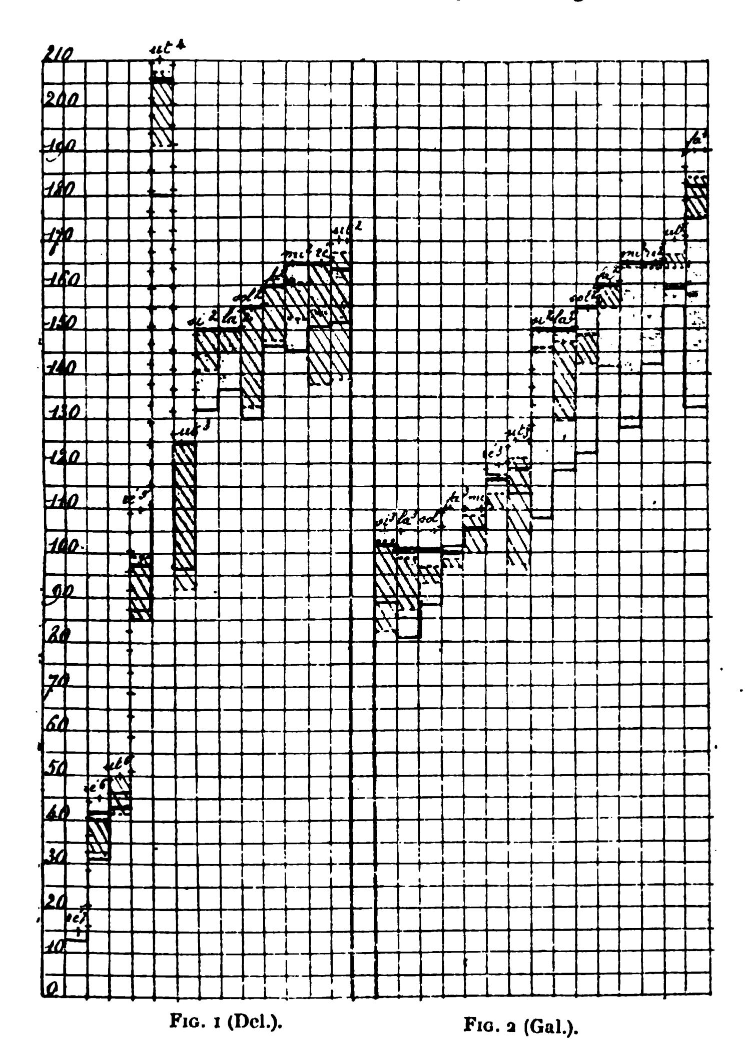



Fig. 1 (Del.). Fig. 2 (Gal.).

par des croix (+++) figure un champ auditif normal. Quant au champ auditif du malade, il est limité à sa partie supérieure et, pour la *première enquête*, par le trait (—) inférieur de la portion ombrée (oreille droite), et par des pointillés (.....) (or. — *g.*).

Lors de la *deuxième enquête*, les limites du champ auditif se sont trouvées agrandies chez chaque malade. Elles ont été reportées jusqu'à la partie supérieure de la portion ombrée. Et cette partie représente, exactement, les progrès effectués entre les deux enquêtes.

Les progrès de l'oreille droite sont marqués en grisaille et ceux de l'oreille gauche figurés par les hachures, en diagonale. Les progrès à réaliser, pour que l'ouïe soit restaurée *ad integrum*, sont représentés par l'espace clair restant entre les limites supérieures de la partie ombrée et les croix.

Exemples. La note $ut_3$ a été entendue par l'enquêteur 125 secondes. Le malade *(fig. 1)* ne l'a perçue, lors de la première enquête, et de son oreille droite, que 96 secondes; d'où, pour cette oreille, un déficit de 29 secondes. De l'oreille gauche, il n'a entendu que 92 secondes, c'est-à-dire que le déficit a été de 33 secondes.

Quant au second malade *(fig. 2)*, on remarque que, dès la *première enquête*, et de l'oreille gauche, il entendait $mi_2$ d'une façon normale; aussi n'existe-t-il pas de hachures sur la figure. Mais l'oreille droite, ne percevant cette même note que 128 secondes, avait un déficit de 37 secondes. A la *deuxième enquête*, le trait inférieur, pour cette oreille, a été reporté exactement à la limite supérieure, où il est venu se confondre avec la ligne de croix. Le progrès était donc absolu.

Et, ainsi de suite, pour la lecture de chaque note prise en particulier.

OBS. III. — Garçon de 5 ans 1/2, fils de père alcoolique et de mère nerveuse. Il n'a parlé que fort tard et s'exprime d'une façon incompréhensible.

Quoiqu'ayant toujours paru bien entendre, cet enfant ne posssède, cependant, qu'un champ auditif *(voir fig. 3)* assez limité. Les notes aiguës sont moins touchées que les graves : les notes du médium sont particulièrement atteintes.

Au bout de deux mois de traitement, l'oreille s'était améliorée dans des proportions notables. Elle avait gagné pour les notes déjà explorées :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| *4.480* | — | 7/15 | à droite, | 11/17 | à gauche |
| $ut_6$ | — | 3/8 | » | | |
| $fa_5$ dièze | — | 13/22 | » | 5/14 | » |
| 2.432 | — | 10/19 | » | 4/10 | » |
| $ré_5$ | — | 11/23 | » | 31/60 | » |
| $sol_4$ | — | 14/37 | » | 32/57 | » |

| | | | |
|---|---|---|---|
| $fa_4$ | — | 30/54 à droite, | 11/36 à gauche |
| $mi_4$ | — | 56/85 » | 15/48 » |
| $ut_4$ | — | 54/65 » | 17/51 » |
| $si_3$ | — | 8/32 » | 4/36 » |
| $la_3$ | — | 30/57 » | 20/50 » |
| $fa_3$ dièze | — | 21/50 » | 29/50 » |
| $ut_3$ | — | 38/55 » | 17/50 » |
| $la_2$ | — | 65/90 » | 46/71 » |
| $mi_2$ | — | 61/100 » | 9/47 » |
| $ré_2$ | — | 17/45 » | 20/52 » |
| $ut_2$ dièze | — | | 12/57 » |
| $fa_1$ | — | 71/115 | |

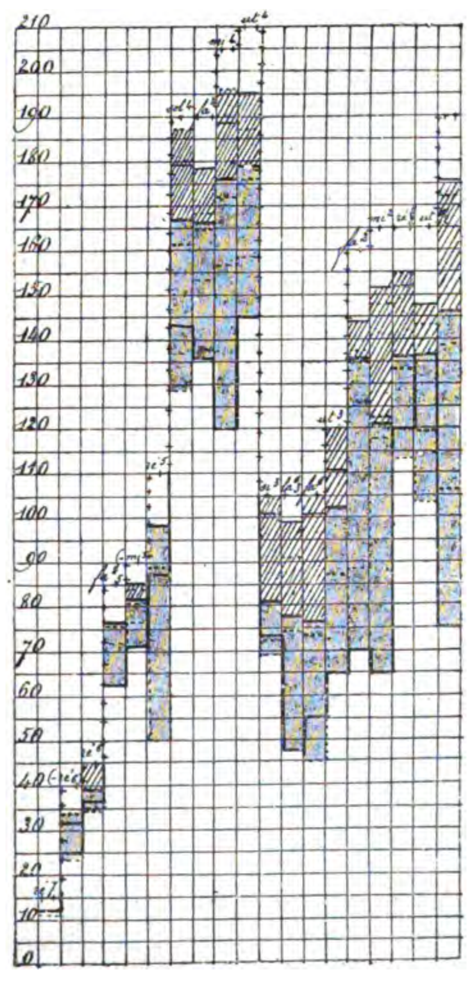



Fig. 3 (Til.).

La lecture du graphique ci-dessous permet de se rendre un compte exact des progrès réalisés.

Le champ auditif du malade, à l'époque de la *première enquête* (10 février 1903), est indiqué par la partie claire située au-dessous de la partie ombrée. Les grisailles figurent les progrès qui avaient été réalisés lors de la *deuxième enquête* (5 mai) et les hachures ceux réalisés lors de la *troisième enquête* (19 mai). La partie claire, située au-dessus et jusqu'au croisillé, montre ce qui reste à acquérir pour que l'ouïe soit devenue tout à fait normale.

Hachures et grisailles indiquent la somme des bénéfices acquis par les deux oreilles ensemble. Pour distinguer ceux relatifs à chacune d'elles, il suffit, à la lecture, de se rappeler que les lignes pleines (—), inscrites sur le graphique, se réfèrent à l'oreille droite, alors que les lignes pointillées (....) se réfèrent à l'oreille gauche.

Obs. IV. — Garçon de 6 ans, opéré de division congénitale du voile du palais. Après plusieurs mois d'éducation phonétique, il ne pouvait prononcer ni le *b*, ni les voyelles nasales.

L'enquête acoustique a révélé une diminution sensible de l'ouïe. Elle se traduisait, respectivement, et pour chaque oreille, par les chiffres ci-dessous évalués en secondes :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $ut_7$ | — | 4 | à droite, | 6 | à gauche |
| $la_6$ | — | 5 | » | 5 | » |
| $mi_6$ | — | 5 | » | 4 | » |
| $ut_6$ | — | 11 | » | 16 | » |
| $la_5$ | — | 13 | » | 10 | » |
| $mi_5$ | — | 11 | » | 8 | » |
| $ut_5$ | — | 9 | » | 10 | » |
| $mi_4$ | — | 7 | » | 9 | » |
| $sol_4$ | — | 3 | » | 6 | » |
| $ut_4$ | — | 6 | » | 10 | » |
| $la_3$ | — | 11 | » | 8 | » |
| $mi_3$ | — | 9 | » | 6 | » |
| $ré_3$ | — | 15 | » | 8 | » |
| $ut_3$ | | | | 16 | » |

Du côté droit, le conduit était obstrué par un polype et le tympan complètement détruit par une suppuration chronique persistante. A gauche : dégénérescence fibreuse du tympan avec rétractions cicatricielles. Les exercices acoustiques combinés aux soins médicaux ont déterminé la restauration de l'ouïe et, conséquemment, les exercices phonétiques ont été couronnés d'un plein succès.

Obs. V. — Garçon de 6 ans atteint de zézaiement.

L'ouïe présentait de nombreuses lacunes. Le traitement en a triomphé d'une façon aussi complète que rapide. Le tableau ci-dessous en est une preuve évidente :

| 11 mai | | | 12 mai | | 15 mai | | 25 mai | | 29 mai | | 4 juin | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | or. d. | or. g. | or. d. | or. g. | or. d. | or. g. | or. d. | or. g. | or. d. | or. g. | or. d. | or. g. |
| $ut_7$ | — 4 | 5 | 5 | 3 | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| $ré_6$ | — 15 | 13 | 9 | 10 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| $ré_5$ | — 28 | 41 | 25 | 21 | 13 | 10 | 5 | 6 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| $ut_6$ | — 7 | 9 | 6 | 7 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| $ut_4$ | — 38 | 36 | 29 | 35 | 17 | 12 | 8 | 2 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| $ut_2$ | — 30 | 42 | 27 | 33 | 21 | 25 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |

On peut, en effet, à la lecture, se faire d'abord une idée de l'étendue des lacunes auditives au moment de la première enquête *(11 mai)*. On voit ensuite la marche des progrès de l'ouïe sous l'influence des exercices acoustiques. Les chiffres en regard de chaque note indiquent, évalué en secondes, le temps pendant lequel l'enquêteur entendait les diapasons de plus que le malade. On constate que la différence est allée sans cesse en diminuant; et, au bout de vingt-trois jours, lors de la dernière enquête *(4 juin)*, elle avait entièrement disparu.

## IV

Conclusions. — Fréquemment les débuts de la surdité passent entièrement inaperçus. Cela provient, généralement, des suppléances fonctionnelles qui s'établissent, alors, entre les composantes de mêmes notes ou les notes voisines.

Des lacunes auditives peuvent exister chez l'enfant, alors qu'on n'en avait pas le moindre soupçon. M. l'abbé Rousselot, le premier, a démontré l'évidence du fait pour quantité de cas de troubles du langage. Aussi, aujourd'hui, est-il assez disposé à formuler l'axiome suivant : *La plupart des vices de prononciation d'origine fonctionnelle ont pour cause initiale une défectuosité de l'ouïe actuelle ou passée.*

Cette découverte montre tout l'intérêt pratique qu'il y aurait à procéder à un examen très approfondi de l'ouïe, même chez des enfants qui ne présentent aucun trouble apparent de cet organe.

Pour arriver à déterminer avec précision le champ auditif, il est de toute nécessité d'avoir à sa disposition une collection complète de diapasons embrassant toute la série des sons simples perceptibles pour l'oreille humaine, depuis 32 vibrations simples jusqu'à environ 30 à 35.000.

Grâce à ce procédé, on peut garantir la certitude du diagnostic. Le

champ auditif est-il simplement diminué, et cela d'une façon régulière, on est assuré que seul est en cause l'organe de transmission. Mais, qu'il existe en outre des lacunes, c'est une preuve que le nerf auditif est aussi atteint.

Dans l'un comme dans l'autre cas, le massage des muscles de l'oreille et l'excitation des cellules nerveuses s'opèrent, exactement, à l'aide des diapasons mêmes qui ont décelé le point faible.

La pratique nous apprend que l'état général ne doit jamais être perdu de vue. Aussi, s'il y a lieu, comme c'est fréquemment le cas, les premiers soins devront-ils être dirigés de ce côté.

En résumé : nous sommes, aujourd'hui, en mesure de diagnostiquer de bonne heure et très rigoureusement une surdité latente. Mieux encore, nous pouvons la guérir. Ces considérations devront toujours être présentes à la mémoire de tous ceux, parents ou maîtres, à qui incombe le devoir de s'occuper de l'éducation des enfants.

---

M. le Dr Albert MALHERBE

Directeur de l'École de Médecine de Nantes

## DE LA RÉSECTION TOTALE DES CORDONS SPERMATIQUES DANS LES HYPERTROPHIES DE LA PROSTATE [617.558.5]

— *Séance du 5 août* —

Je crois avoir été le premier à pratiquer en France la résection totale des cordons spermatiques pour combattre l'hypertrophie de la prostate.

D'après Monod et Vanverts, cette opération aurait été pratiquée en 1895, en Amérique, par Mears (1).

Lorsque je communiquai mes quatre premières observations à la troisième session de l'Association française d'Urologie, en octobre 1898, j'ignorais les tentatives faites avant moi dans le même sens.

Depuis lors, j'ai pu me rendre mieux compte des conditions dans lesquelles cette opération pouvait rendre des services et en perfec-

(1) *Annal. of surg. 1895*, t. XXI, p. 181.

tionner la technique dans le but d'éviter la nécrose du testicule, qui n'est sans doute pas un accident très grave, le testicule s'éliminant peu à peu sous forme de petites masses nécrobiotiques, mais qui a l'inconvénient de retarder beaucoup la guérison complète des opérés.

Au mois d'octobre 1902, je communiquai à l'Association d'Urologie les résultats de onze opérations. On trouvera, dans les comptes rendus de la sixième session, ces onze observations, qui ont trait à des cas fort différents les uns des autres et dont l'analyse permet de dire dans quelles conditions la résection totale des cordons peut donner de bons résultats.

Je me propose aujourd'hui d'établir les indications de cette opération, puis de dire un mot de sa technique et des résultats obtenus.

Mais d'abord il convient de distinguer la résection totale de quelques autres interventions, telles que la vasectomie et l'angio-neurectomie.

Dans les deux opérations que nous venons de nommer, on ne sacrifie qu'une partie du cordon spermatique, le canal déférent dans la vasectomie, les vaisseaux et nerfs dans l'angio-neurectomie; dans cette dernière, on laisse le canal déférent, quelques vaisseaux et nécessairement quelques nerfs.

Or, dans ces conditions, l'atrophie du testicule, que l'on poursuit et qui doit entraîner comme corollaire l'atrophie de la prostate, est loin d'être constante. C'est pourquoi je me suis demandé si le sacrifice de tous les éléments du cordon ne donnerait pas de bons résultats.

L'expérience m'a montré que la résection totale était, dans tous les cas que j'ai pu suivre assez longtemps, le point de départ de l'atrophie des testicules qui, après cinq ou six mois, se réduisent au volume d'une petite noisette. Malheureusement, l'atrophie de la prostate est loin de suivre toujours celle des testicules.

Si l'on n'est pas sûr d'obtenir l'atrophie d'une grosse prostate, on peut du moins, sauf dans les cas de véritable néoplasme, compter qu'après la résection des cordons la prostate ne continuera pas à augmenter de volume; on peut espérer aussi qu'elle se décongestionnera. C'est, en effet, ce que montre l'observation des opérés.

Indications. — Établir les indications d'une opération chirurgicale, c'est la comparer aux autres moyens thérapeutiques médicaux ou chirurgicaux qui peuvent être employés dans le même but. Nous devons donc comparer la résection des cordons aux divers moyens employés pour combattre les accidents de l'hypertrophie prosta-

tique. Ces moyens, indépendamment de l'hygiène et du régime que nous laisserons de côté, peuvent se diviser en plusieurs groupes : les uns sont purement palliatifs, comme le cathétérisme répété ou même la sonde à demeure; les autres, plus radicaux, consistent dans la création d'une voie de dérivation : telle est l'opération de Poncet. Enfin, les autres moyens ont pour objectif la suppression de l'obstacle, soit en s'attaquant directement à la prostate hypertrophiée comme la prostatectomie suspubienne ou périnéale, la prostatotomie par voie périnéale et l'opération de Bottini, soit en cherchant à obtenir indirectement l'atrophie de la prostate, comme la castration, la vasectomie, l'angio-neurectomie et enfin la funiculectomie ou résection totale des cordons.

Le cathétérisme répété n'est convenable que s'il est facile, non douloureux, s'il ne détermine pas d'orchite ni d'infection de l'arbre urinaire. Nous connaissons tous des malades qui vivent depuis dix ou même vingt ans sans rendre une goutte d'urine autrement que par la sonde; mais tous les prostatiques ne sont malheureusement pas dans ce cas. Pour beaucoup d'entre eux, le cathétérisme obligatoire est une source d'ennuis, de souffrances et même de dangers.

La sonde à demeure convient, comme l'a montré le professeur Guyon, dans les cas d'infection et dans le cas d'accidents fébriles. Ce moyen est forcément temporaire et bien rares sont les cas où la miction se rétablit d'une manière suffisante après la sonde à demeure.

L'opération de Poncet, qui consiste dans la création d'un méat hypogastrique, nous semble indiquée dans certains cas très graves où aucune intervention plus favorable n'est possible; elle peut certainement sauver la vie à certains prostatiques.

Mais, bien que nous ayons pu obtenir un méat parfaitement continent, ce méat hypogastrique est presque toujours une infirmité des plus choquantes; aussi, pour nous comme pour la plupart des chirurgiens, l'opération de Poncet reste comme une ultima ratio à laquelle on ne doit recourir que quand on ne peut pas faire autrement.

La prostatectomie périnéale est sans doute l'opération de l'avenir pour l'hypertrophie de la prostate; mais, malgré les succès obtenus dans des cas favorables par de très habiles chirurgiens, la vérité nous oblige à dire que c'est là une opération très grave, surtout sur les sujets ayant dépassé 70 ans.

La prostatectomie suspubienne nous paraît surtout indiquée comme le complément de la taille suspubienne quand cette dernière opération montre un lobe médian facilement attaquable. En principe, elle ne vaut certainement pas la prostatectomie périnéale.

La prostatotomie périnéale ne donne aucun résultat. Quant à l'opération de Bottini, j'estime qu'elle mériterait de se répandre. Il me semble que c'est surtout la difficulté d'avoir un matériel convenable qui a fait négliger cette opération par les chirurgiens français ; il n'y a guère, à ma connaissance, que M. Desnos qui l'ait pratiquée chez nous assez fréquemment et les résultats qu'il a obtenus sont loin d'être mauvais.

Pourtant, cette opération donne encore une mortalité de 5 à 10 pour cent.

J'arrive aux opérations par lesquelles on cherche à obtenir indirectement l'atrophie de la prostate.

Parmi elles, il faut repousser la castration, qui compte 18 pour cent de mortalité, qui répugne à beaucoup de malades et qui ne donne pas toujours, tant s'en faut, le résultat thérapeutique cherché.

La vasectomie et l'angioneurectomie ne déterminent que rarement l'atrophie prostatique. Reste la résection totale du cordon ou funiculectomie.

Monod et Vanverts signalent cette opération sous le nom d'opération de Mears et se bornent à dire qu'elle amène la grangrène du testicule. C'est la nécrobiose qu'il faudrait dire, et encore ne serait-on pas dans le vrai, car nous l'avons vue amener une simple atrophie des testicules, sans aucune espèce de nécrose.

De toutes les interventions qui ont pour but d'amener l'atrophie de la prostate comme conséquence de la suppression ou de l'atrophie des testicules, la funiculectomie est celle qui, tout en ayant le plus de chances de réussir, reste beaucoup moins grave que la castration et à peine plus grave que la vasectomie ou l'angioneurectomie.

Cette bénignité de la résection totale des cordons doit faire de cette intervention l'opération de choix, toutes les fois que le cathétérisme se montre insuffisant et que la prostatectomie est contre-indiquée ou refusée par le malade.

Les contre-indications de la résection des cordons sont : l'ancienneté des lésions, la probabilité d'un néoplasme, l'état général trop grave du malade et enfin la volonté bien arrêtée du patient de ne pas sacrifier ce qui lui reste de virilité.

C'est pourquoi la résection des cordons trouvera son indication bien nette chez les vieillards ayant atteint ou dépassé 70 ans, rétentionnistes depuis peu de temps et jugés incapables de subir la prostatectomie ou refusant cette opération.

Des sujets plus jeunes, mais ayant déjà renoncé à l'usage de leurs organes génitaux, des malades chez qui le cathétérisme détermine

des orchites douloureuses et répétées subiront aussi avec avantage la funiculectomie. Il convient, du reste, de remarquer qu'un malade ayant subi la résection des cordons, pourra plus tard subir la prostatectomie, si la première intervention a donné des résultats insuffisants.

Technique. — Il peut sembler oiseux de s'occuper de la technique d'une opération aussi simple que la funiculectomie; cependant, les bons résultats que l'on peut obtenir et surtout la rapidité de la guérison sont surbordonnés à quelques précautions qu'il me paraît utile de signaler.

Dans mes premières opérations, je me bornais, après avoir mis à nu le cordon et l'avoir chargé sur une sonde cannelée, à en réséquer environ un centimètre entre deux ligatures au catgut.

Je remarquai que, chez plusieurs malades, il restait d'un côté seulement une fistulette intarissable. J'ignore pourquoi cette suppuration suivie de trajet a presque toujours été unilatérale, mais c'est un fait presque constant.

Je crus trouver l'explication de cette suppuration dans la persistance entre les deux moignons de cordon d'une cavité capable de se remplir d'exsudat et de se servir de milieu de culture aux germes pathogènes; mais, malgré toutes mes précautions pour ne point laisser d'espace mort, je continuai d'observer cette suppuration unilatérale.

Je pensai alors qu'elle était due à la nécrobiose du bout inférieur du cordon et, dans quelques cas, du testicule lui-même, qui s'éliminait par petits fragments, entretenant un trajet fistuleux pendant plusieurs mois.

Voici à quelle technique je me suis arrêté, après avoir, sans bon résultat, laissé en dehors de ma ligature un petit groupe vasculaire :

Le malade étant préparé, je saisis le cordon de manière à le faire saillir sous la peau et je fais une incision de 3 à 4 cent. parallèlement à sa direction. Le cordon étant dégagé et chargé sur une sonde cannelée ou une spatule, j'incise la gaine et je coupe successivement entre deux pinces tout les éléments saisis un à un. On peut, soit lier les deux bouts du canal déférent, soit les traiter par destruction de la muqueuse avec la petite pointe du thermo-cautère. On pince et lie seulement ce qui saigne et l'on fait une suture de la peau au crin en surjets où à points séparés, *ad libitum*. On peut, si l'on veut mettre un petit drain et, par-dessus, on fait un pansement aseptique. On

peut se borner à protéger la petite plaie avec un peu de coton et de collodion.

L'anesthésie sera locale à la cocaïne ou générale au chloroforme, selon l'état du malade.

La guérison est obtenue en huit jours, sauf le cas où il se produit un peu de suppuration avec petit trajet fistuleux. Ce trajet, comme nous l'avons dit plus haut, peut être long à se fermer.

Résultats. — Nos onze premières opérations ayant été relatées dans les comptes rendus de l'Association d'Urologie, nous ne les reproduirons pas ici. Nous résumerons une douzième observation qui est encore inédite et qui nous semble donner une excellente idée des indications et de la valeur de la funiculectomie.

Obs. — M. de S., âgé de 70 ans, n'a jamais eu de difficultés pour uriner et n'urine que deux ou trois fois au plus la nuit.

Le 30 mai 1903, étant à Sainte-Anne d'Auray, il fut pris, en descendant du train, de rétention d'urine. On essaya de le sonder et, ne pouvant y réussir, on lui fit une ponction capillaire de la vessie qui ne donna qu'un résultat insuffisant.

Le lendemain, le Dr Grias, de Pont-Aven, se trouvant à Sainte-Anne, essaya égalemeut le cathétérisme ; mais, n'ayant à sa disposition qu'une sonde en caoutchouc rouge, il ne put parvenir dans la vessie. Une seconde ponction capillaire fut faite dans la nuit du 31 mai au 1er juin, et M. de S. me fut adressé. Il arriva vers midi à la Clinique, rue du Lycée et je pus le sonder facilement avec une sonde coudée. Je laissai la sonde à demeure.

Le troisième jour j'essayai d'enlever la sonde ; mais, le malade ne pouvant uriner, je dus la remettre en place.

Etant donnés l'âge et l'affaiblissement du malade, je ne parlai que pour le principe de la prostatectomie, qui fut du reste repoussée énergiquement. La résection des cordons est, au contraire, acceptée facilement.

L'opération est pratiquée le 6 juin en suivant la technique indiquée plus haut. Deux petits drains sont mis dans les plaies. Suites apyrétiques. Le 11 juin, ablation des deux petits drains. Le 16 juin, ablation des fils. Les plaies semblent parfaitement guéries. Cependant, le 18 juin, il se fait un petit abcès au niveau de la plaie du cordon droit. Cet abcès se guérit complètement en 8 jours.

Cependant la miction normale est encore impossible. J'apprends au malade à se sonder lui-même, ce à quoi il arrive après quelques jours d'exercice.

La miction spontanée commence à revenir au moment où M. de S. quitte la Clinique. Il urine tout seul à peu près un demi-verre L'atrophie des testicules et celle de la prostate exigeant plusieurs mois, ce n'est qu'après un temps assez long que l'on pourra connaître les résultats thérapeutiques de cette intervention. Mais on peut déjà affirmer que l'hypertrophie de la prostate sera arrêtée dans son évolution, à moins qu'il ne

s'agisse de néoplasme. On peut être sûr que le cathétérisme restera facile et n'entraînera aucune complication pourvu qu'il soit fait proprement (1).

Voici, maintenant, le résultat thérapeutique de nos onze premières funiculectomies, autant que nous avons pu le connaître :

Obs. I. — 59 ans. Prostatique si nerveux et si sensible qu'on ne peut ni le sonder facilement, ni même pratiquer le toucher rectal. Opéré le 30 novembre 1897. La miction ne se rétablit définitivement qu'après six mois. Mais elle est très satisfaisante. Il ne reste plus que 15 à 20 gr. d'urine résiduale. Succès.

Obs. II. — Paysan de la Vendée, âgé de 55 ans environ. Première rétention. Opéré le 22 février 1898. Parti après 15 jours, pissant bien, mais ayant encore une fistulette. J'ai eu de ses nouvelles trois ans après, en 1901. Il se portait très bien. Succès.

Obs. III. — Homme de 65 ans, opéré malgré de graves symptômes de néphrite, succomba dans le coma urémique six jours après l'opération. Insuccès.

Obs. IV. — Le Commandant M., 59 ans, prostatique et pisseur de pus, atteint de pyélo-néphrite. Il ne peut uriner sans sonde et le cathétérisme détermine chez lui des orchites répétées et interminables. Opéré le 26 juillet 1898. Un an après l'opération, je constate que les testicules sont complètement atrophiés.

La santé générale se rétablit assez pour que le commandant M. puisse reprendre son commandement dans l'armée territoriale. Il reste toutefois de la pyélite et un peu d'urine résiduale. Demi-succès (2).

Obs. V. — Homme de 51 ans, cafetier; un peu éthylique. Opéré le 14 mai 1899. Aucun accident opératoire, La vessie continue à mal se vider. Les sondages sont beaucoup plus faciles. Insuccès.

Obs. VI. — Homme de 70 ans, accidents de prostatisme depuis 10 ans. Opéré à la cocaïne le 16 mai 1899. Guérison idéale des plaies malgré des accidents fébriles assez menaçants, dus probablement à l'état des reins. Le cathétérisme devient plus facile. L'urine reste purulente. Insuccès.

Obs. VII. — Homme de 60 ans, prostatique depuis deux ans. Opéré le 9 juin 1899. Les testicules deviennent énormes et les bourses très rouges. Un peu de fièvre les 3e, 4e et 5e jours. Il sort guéri de l'opération le 30 juin. L'amélioration de la miction est très lente. L'atrophie des testicules et la miction à peu près normale sont obtenus en 10 mois. Succès.

Obs. VIII. — Cultivateur de Noirmoutier, âgé de 64 ans. Rétention d'urine il y a deux ans, après boire. Retour spontané de la miction après six heures de rétention. Il y a quinze jours, nouvelle rétention d'origine alcoolique. On ne peut le sonder et le malade arrive dans mon service

(1) J'ai eu, cette année 1904, des nouvelles de M. de S. Il est parfaitement bien portant ; mais on n'a pu me donner des détails précis sur l'état de la miction.

(2) En 1904, le commandant M. a été revu très bien portant.

n'ayant pas pissé depuis trois jours. La sonde à demeure n'ayant pas donné de résultat, je coupe les deux cordons le 11 juillet 1899. La sonde à demeure est dès lors parfaitement supportée. Dix jours après l'opération, le malade se remet à pisser tout seul et part complètement guéri. Succès complet.

Obs. IX. — Cordonnier de 62 ans, prostatique atteint d'accidents très graves, fièvre, langue sèche, phlébite de la jambe gauche. Je lui fais presque in extremis l'opération de Poncet, méat hypogastrique. Méat incontinent qui rend la vie insupportable. Le 17 novembre 1898, je coupe un premier cordon. Le 15 décembre, je coupe le second cordon. J'ai une élimination nécrobiotique des testicules par de petites fistules. Le malade s'affaisse et succombe le 8 avril 1900. Insuccès.

Obs. X. — Menuisier de 60 ans, ne pisse qu'avec la sonde depuis trois ans environ. Résection des cordons le 12 juin 1900. Il quitte l'hôpital le 16 juillet sans aucune amélioration. Le 15 novembre, 5 mois après, il m'écrit qu'il vide à moitié sa vessie. Mais il souffre toujours beaucoup. Il succombe quelques mois après dans la cachexie après de grandes souffrances. Il s'agissait sans doute d'un néoplasme. Insuccès.

Obs. XI. — Négociant de 66 ans, pris de rétention à Redon et atteint d'accidents fébriles avec délire et état général des plus graves. Quatre ponctions ont été faites quand je vois le malade. Sonde à demeure. Amélioration de l'état général. Résection des cordons le 8 janvier 1901. Elimination du bout inférieur du cordon et du testicule gauche, le tout sans fièvre. Le sondage reste assez difficile. Néanmoins le malade se remet, engraisse et recouvre une santé complète. Il se sondait encore quand je l'ai perdu de vue. En 1902, j'ai su qu'il se portait très bien, mais je n'ai pas eu de détails sur la manière dont il urinait.

Dans ce cas l'intervention a certainement sauvé la vie du malade. Succès.

En résumé, la funiculectomie nous a donné, sur 12 cas, 7 succès plus ou moins complets et cinq insuccès.

Ces douze opérations ont été faites un peu au hasard des cas qui se sont présentés. Nous avons opéré des rétentions de trois ou quatre et même de dix ans. Il est évident que dans ces cas, la seule chose que nous pouvions espérer, c'était la disparition des accidents de cathétérisme, ce qui est déjà quelque chose.

L'expérience nous ayant montré dans quels cas nous pouvions espérer un succès complet, nous réserverons la résection totale des cordons aux cas encore récents et surtout aux sujets trop âgés pour supporter la prostatectomie.

---

## M. LADUREAU

Ingénieur-Chimiste, à Paris

### UN TRAITEMENT VÉGÉTAL DU RHUMATISME [616.901.3(08)]

— *Séance du 6 août* —

On a l'habitude aujourd'hui de traiter, avec un certain mépris, de remèdes de bonne femme l'emploi des plantes pour la guérison des maladies, et c'est souvent une erreur, car on obtient avec certaines plantes des résultats que l'on n'aurait pu avoir avec les drogues de la pharmacopée nouvelle.

Tel est le cas du rhumatisme articulaire qui résiste souvent à toutes les médications employées pour le combattre et que l'on guérit très facilement et rapidement au moyen de la décoction alcaline d'une plante que l'on trouve abondamment dans toutes les parties de la France, soit dans les dunes et sur les falaises qui forment les rivages de la mer, soit sur le bord des chemins de nos routes qu'elle paraît affectionner tout particulièrement, soit enfin dans tous les terrains secs, sablonneux et impropres à la culture.

Cette plante, à laquelle on ne fait guère attention ordinairement, est hérissée de piquants, sa fleur n'est point jolie. Elle est vulgairement connue sous le nom de Panicaut.

Le Panicaut dont le nom scientifique est *Eryngium* appartient à la famille des ombellifères, tribu des Saniculées : ce nom s'applique à des plantes annuelles ou vivaces qui ont l'apparence de chardons.

Les racines et les tiges de ces plantes figuraient autrefois sur la table des Grecs et des Romains qui en avaient probablement reconnu les vertus curatives. Dans certaines contrées, on mange encore aujourd'hui ses jeunes pousses préparées comme les asperges. On les emploie en médecine comme diurétiques à l'état de tisanes. C'est probablement cette propriété qui leur vaut leur efficacité contre le rhumatisme.

La plante la plus connue et la plus employée c'est le Panicaut des champs *(Eryngium campestre)*, que l'on nomme aussi Chardon Roland ou roulant et chardon à cent têtes. Elle se compose d'une racine pivotante brune, grosse, très longue, d'une tige droite très

rameuse haute d'environ o m. 25 à o m. 30 cent.; ses rameaux latéraux sont terminés par des feuilles dures, épineuses, coriaces, d'un vert pâle, et des fleurs nombreuses rassemblées en une demi-sphère, entremêlées de paillettes épineuses et de couleur blanc verdâtre.

Les autres variétés sont l'*Eryngium maritimum*, qui croît abondamment sur les côtes, dans les dunes du Nord et dans les rochers incultes de l'Océan ou de la Méditerranée ; je l'ai trouvé sur presque tout le littoral français ; puis l'*Eryngium alpestris*, que l'on trouve assez abondamment disséminé en Suisse, dans certaines parties des Alpes, et enfin, l'*Améthyste*, dont les fleurs ont une jolie couleur violette.

On peut se servir, pour faire la composition antirhumatismale, soit de la plante franchement coupée ou arrachée, après l'avoir lavée pour la débarrasser de la terre, des toiles d'araignée et autres matières étrangères qui la souillent, soit de la plante desséchée à l'air et que l'on a découpée en petits morceaux à l'aide de ciseaux très résistants, car la tige est dure à couper. On emploie indifféremment l'E. campestre ou l'E. maritimum. On prend 150 grammes de plantes fraîches ou 100 grammes de plantes sèches et on les fait bouillir durant une heure avec un litre d'eau, dans laquelle on ajoute 50 grammes de bicarbonate de soude et 20 grammes de borate de soude. Pour assurer la conservation de cette liqueur, il est bon d'y ajouter 300 grammes de sucre blanc raffiné, par litre. On obtient après ce traitement une liqueur brune d'une odeur vireuse qui n'est point désagréable, mais dont le goût âcre et fade n'a rien d'enchanteur. C'est cette liqueur que l'on absorbe trois fois par jour à la dose de une cuillerée à soupe délayée dans un verre d'eau, que l'on peut sucrer ou aromatiser avec du café, de la fleur d'oranger ou tout autre parfum, afin de masquer un peu le goût déplaisant de la liqueur.

Si les douleurs ne cèdent pas à ce traitement dans l'espace de quatre ou cinq jours, il faut doubler la dose de liqueur et au besoin même la tripler. Elle ne renferme rien de contraire à l'estomac ni aux autres organes digestifs et elle est généralement bien supportée, même par les personnes les plus délicates. Outre notre expérience personnelle, nous avons déjà recommandé ce traitement à un grand nombre de personnes, qui n'ont eu qu'à s'applaudir de l'avoir suivi, car il les a débarassées de douleurs parfois intolérables, et nous serions heureux de rendre service à quelques-uns de nos collègues en le leur faisant connaître. Il leur sera bien facile, avec ces

indications, de se soigner eux-mêmes et de se guérir promptement d'une affection pénible dont bien des médecins recherchent encore la véritable médication.

---


## M. le Dr M. BILHAUT

Chirurgien de l'Hôpital international de Paris


### DU GENU VALGUM CHEZ LES ENFANTS ATTEINTS DE PARALYSIE INFANTILE AU COTÉ OPPOSÉ [617.383]

*— Séance du 6 août —*

Le genu valgum, ou déviation en dedans de l'articulation du genou, est une affection caractérisée soit par un allongement anormal des ligaments, soit par une modification dans le squelette de cette jointure.

Le genu valgum ligamenteux se voit dans les faits de paralysie infantile; la forme osseuse se rattache au rachitisme, le plus ordinairement. Les faits de ce genre sont tellement nombreux qu'il semblerait qu'il n'y ait désormais plus rien à dire sur leur compte.

Maladie du jeune âge chez certains sujets, chez d'autres elle n'apparaît qu'au moment de la puberté et les partisans, à tout prix, du rachitisme, attribuent la déviation à un rachitisme tardif, en acceptant toutefois que la profession peut, dans certaines limites, agir pour une certaine part dans l'étiologie.

J'ai, depuis quinze ans, soigné de très nombreux malades atteints de genu valgum, mais, parmi eux j'ai relevé l'observation de cinq malades, jeunes encore, chez qui le genu valgum se présentait dans des conditions assez spéciales pour être rapportées.

Mes cinq observations d'enfants de 5 à 8 ans, dont deux filles et trois garçons, ont trait à des cagnosités unilatérales, le membre cagneux faisant pendant à un membre frappé de paralysie infantile.

Ici, la genèse de la déviation n'est donc pas seulement à considérer comme liée au rachitisme. La déviation reconnaît comme facteur étiologique une perturbation dans la statique du sujet.

Le membre atteint de paralysie se développe moins vite que le membre sain, il croît péniblement; il en résulte d'abord une inégalité

de longueur et instinctivement, sans doute, le petit malade tend à égaliser ses membres en imprimant une inflexion en dedans au membre sain.

De plus, le membre sain supporte seul le poids du corps, à l'état de repos, dans la position debout. Or, si nous étudions comment la pesanteur se répartit sur les différents segments du membre sain, nous voyons qu'elle agit suivant deux lignes, l'une qui va de la cavité cotyloïde au centre des condyles du genou ; elle se dirige de haut en bas et de dehors en dedans; l'autre, au contraire, va du milieu des plateaux du tibia à l'articulation du cou de pied, c'est-à-dire de haut en bas et de dedans au dehors. Ces deux lignes d'axes forment donc un angle ouvert en dehors, que le poids progressif du corps tendra à diminuer avec l'âge : plus l'angle se ferme, plus la déviation augmente.

Ainsi s'explique la déviation du genu valgum chez les sujets atteints en même temps de paralysie infantile du membre inférieur opposé.

Je n'entends pas dire que ces malades ne puissent pas être atteints de rachitisme aussi bien que d'autres.

Je sais parfaitement que la paralysie spinale infantile est considérée aujourd'hui, par des cliniciens de grande valeur, comme le résultat d'une infection des centres nerveux et que la poliomyélite antérieure n'est pas pour eux une entité morbide, mais une affection secondaire.

J'admets parfaitement, d'autre part, que le rachitisme est la conséquence habituelle de troubles intestinaux, d'un régime alimentaire défectueux et que, partant, chez les malades dont je parle, il aurait pu exister de la paralysie d'un côté et de la cagnosité rachitique de l'autre.

Mais je dois ajouter que chez mes cinq malades je n'ai trouvé aucun stigmate avéré de rachitisme, pas de chapelet chondro-sternal, pas de grosses articulations radiocarpiennes, pas d'incurvation des fémurs ni des tibias, pas de retard dans la marche.

Chez l'une des filles, l'articulation du genou droit était tellement relâchée qu'elle prenait indifféremment, pendant la marche, la direction en varum ou en valgum.

Je crois que, si le genu valgum alterne, chez un jeune sujet, avec un membre frappé de paralysie, on doit admettre comme causes de l'affection :

1° La tendance instinctive du malade à égaliser, par un effort personnel, les membres inégalement développés;

2° L'action de la pesanteur;

3° Comme dernier facteur, le rachitisme, bien que chez mes malades je n'en aie pu avoir la démonstration certaine.

Il faut déduire de ces faits qu'il est nécessaire de donner des soins assidus au membre paralysé, d'où l'utilité du massage, de l'électrothérapie et de l'hygiène la plus étendue.

Il faut maintenir le membre paralysé au moyen d'appareils de poids légers, mais résistants. A ce titre, je n'ai qu'à me louer des appareils à tuteurs en aluminium.

On évitera, de la sorte, le genu valgum du côté opposé.

Contre cette déviation, le chirurgien ne devra intervenir que dans les cas ou l'affection fait obstacle à la marche et constitue une réelle infirmité.

---

M. le Dr Stéphane LEDUC

Professeur à l'École de Médecine de Nantes

## ÉTUDES SUR LA CALORIFICATION [612.561.6]

*— Séance du 6 août —*

A M. le professeur Grasset de Montpellier revient le mérite d'avoir signalé le premier, d'une façon explicite, l'intérêt clinique de l'étude de la vitesse d'ascension du thermomètre, dans sa communication au Congrès de l'Association, Grenoble 1885, sous le titre : De la vitesse d'ascension de la colonne thermométrique comme moyen d'apprécier le pouvoir émissif du corps (à l'état physiologique et pathologique), l'intensité des combustions et ce que les anciens appelaient les qualités de la température.

M. Grasset propose de diviser l'ascension du thermomètre pendant la première minute par l'ascension totale.

Dans une autre communication faite à Lyon en 1894, M. Grasset propose une autre méthode : il faut un thermomètre dont la graduation porte de 20° à 25°. L'intensité des combustions se mesure dans la méthode de M. le professeur Grasset, en ajoutant à la température axillaire finale la vitesse d'ascension, pendant la

première minute, de la colonne mercurielle partant de 20°; « $(T + t_1)$ dit M. Grasset donne une idée bien plus exacte de la chaleur produite que T seul ».

Dans nos communications à l'Académie des Sciences, comptes rendus 25 mars 1901 et Congrès de l'Association, Ajaccio 1901, nous avons indiqué, pour comparer les combustions organiques, les calorifications, une méthode donnant des résultats plus précis et plus comparables que ceux donnés par M. Grasset. Cette méthode consiste à noter les températures axillaires de minute en minute, et à construire une courbe en prenant les temps pour abscisses et les températures pour ordonnées; on peut ainsi juger d'un coup d'œil tous les détails de l'ascension thermométrique et mesurer sa vitesse à toutes distances de la température finale.

La seconde méthode de M. Grasset ne donne que des indications très approximatives, qui ne sauraient guère être utilisées; la vitesse d'ascension du premier degré dépend beaucoup plus de l'excès de la température finale sur la température initiale que du pouvoir émissif de la peau et, dès que les températures diffèrent, les résultats ne sont plus comparables.

La première méthode de M. Grasset, en présentant de graves défectuosités, était cependant meilleure que la seconde; elle tenait compte de l'excès de la température finale sur la température initiale; mais elle mesurait le pouvoir émissif à des distances variables de la température finale, alors qu'il existait, entre la peau et le thermomètre en contact avec elle, une différence de température tout à fait anormale; on mesure ainsi le pouvoir émissif de la peau placée dans des conditions exceptionnelles, très différentes des conditions ordinaires dans lesquelles il doit être mesuré. Or, ainsi que le dit M. le professeur Grasset, « le pouvoir émissif dépend des diverses conditions de la surface cutanée, conditions parmi lesquelles l'état de la circulation périphérique et des vaso-moteurs joue le principal rôle ».

Les différences de température influencent les vaso-moteurs et la circulation périphérique et, si l'on n'en tient pas compte, introduisent des causes d'erreur dans les mesures du pouvoir émissif et de la calorification. Ces causes d'erreur sont évitées en se servant, comme nous l'avons proposé, des vitesses d'ascension du dernier degré, pour comparer les calorifications. Toutes les vitesses se trouvent ainsi mesurées à la même distance de la température finale et dans des conditions voisines des conditions normales, alors que la diffé-

rence de température entre la peau et le thermomètre est au plus d'un degré.

Nous prenons donc pour valeur numérique des calorifications le quotient de l'unité par le temps d'ascension en minutes du dernier degré thermométrique et nous multiplions par cent, pour éviter les décimales. Pour que les résultats soient absolument comparables, les mesures doivent être faites avec le même thermomètre ou avec des thermomètres identiques et il y aura lieu, à cet égard, de fixer le type d'un thermomètre étalon. Toutefois les grands thermomètres médicaux du commerce, divisés en dixièmes de degrés, donnent des résultats suffisamment comparables pour être utilisables ; c'est ainsi que, alors qu'à l'état pathologique on rencontre des différences de calorification variant entre trois et vingt-six, la calorification normale, déterminée par la moyenne obtenue sur un grand nombre de sujets différents par différents expérimentateurs n'employant pas le même thermomètre, a été trouvée par nous-même être égale à 8,50 ; par M. le Dr E. Baty à 8,53 ; par M. le Dr A. Bouchet à 7,55 ; par M. R. Gauducheau à 7,69.

Ces quatre chiffres si voisins, obtenus avec des thermomètres différents sur des sujets n'ayant de commun que l'absence de maladie, font ressortir la valeur de la méthode. Il est nécessaire de recueillir un grand nombre d'observations pour juger de l'étendue des services que peut rendre cette méthode dont, avec nos élèves, nous poursuivons depuis plusieurs années l'application.

Dans notre communication de mars 1901 à l'Académie des Sciences, nous signalions l'augmentation de l'intensité des combustions organiques chez les tuberculeux, nous donnions comme moyenne de la calorification dans soixante observations de tuberculose pulmonaire, le chiffre 16, près de deux fois plus élevé que le chiffre normal 8,5. Ce fait de l'augmentation de l'intensité des combustions organiques chez les tuberculeux s'est trouvé confirmé par les recherches de nos élèves. M. le Dr Baty a trouvé, comme chiffre moyen de 24 observations, 15,47. Les tuberculeux de M. Baty avaient donc une calorification égale 1,85 fois la calorification normale, la calorification des nôtres était 1,78 fois la normale ; ces résultats ne diffèrent que de 0,07.

C'est un accord extrêmement remarquable. Dans notre communication d'Ajaccio, nous avons signalé les services que la mesure de l'intensité des combustions organiques par le thermomètre pouvaient rendre pour le diagnostic des tuberculoses latentes.

Dès nos premières publications nous avons signalé la diminution

des combustions organiques chez les arthritiques et les goutteux, dont la moyenne de calorification est 5,5, soit 0,64 de la calorification normale. La diminution de l'intensité des combustions est la mesure du degré d'arthritisme.

M. le Dr Baty, dans sa thèse : *Étude sur la Calorimétrie clinique*, Paris 1902, a étudié l'influence du travail sur la calorification. Ses sujets avaient avant le travail une calorification de 9.96, après des travaux divers une calorification de 13,75, soit une élévation de 0,38 ou de plus d'un tiers de la calorification. Ce résultat fait ressortir avec évidence l'influence du travail, favorable pour les goutteux, nuisible pour les tuberculeux, chez lesquels d'ailleurs il est à supposer que la calorification doit s'élever bien davantage sous l'influence du travail.

M. Baty a montré que chez les pleurétiques les pertes de chaleur sont augmentées du côté malade.

Chez les hémiplégiques, les pertes de chaleur sont beaucoup plus grandes du côté paralysé que du côté sain; moyennes : 14 du côté paralysé; 8,45 du côté sain, soit du côté paralysé une perte de chaleur 1,65 de fois celle du côté sain. Les différences entre les pertes de chaleur des deux côtés du corps chez les hémiplégiques sont parfois plus grandes encore; notre élève, M. Gauducheau, a trouvé dans un cas 15,38 du côté paralysé; 7,69 du côté sain. Chez un malade ayant une hémiplégie droite depuis un an et demi, une hémiplégie gauche depuis cinq semaines, M. Gauducheau a trouvé des pertes de chaleur égales à 6,45 du côté droit, 11,76 du côté gauche.

Ces faits tendent à montrer que la régulation des calorifications a son siège dans le cerveau. Une autre observation confirme cette opinion sur le siège de la régulation des pertes de chaleur, à la suite d'une syncope, c'est-à-dire d'un accès d'anémie cérébrale avec suspension de la fonction des hémisphères, M. Gauducheau a trouvé une calorification réduite à 3; c'est la plus faible qui ait été constatée.

Dans toutes ces observations, la température est beaucoup moins affectée que la calorification, ce qui montre que nous avons dans l'étude des calorifications un moyen d'investigation d'une bien plus grande sensibilité que l'étude de la température et susceptible, lorsqu'il sera suffisamment connu, de rendre plus de service.

Nous avons appliqué notre méthode de mesure des calorifications à l'étude de la fièvre et nous avons fait sur ce sujet une première communication, l'année dernière, au Congrès de Montauban. Nous avons constaté que la température du corps est une fonction de deux

variables indépendantes, la production P et la déperdition D de chaleur, et peut en conséquence être représentée par la formule :

$$\text{Température} = \text{Constante} \times \frac{\text{Production}}{\text{Déperdition}}$$

Nous avons, dans les maladies fébriles, tracé simultanément les courbes de température et de calorification et constaté que si, habituellement leurs variations sont parallèles, cependant la calorification est bien plus sensible à toutes les influences; c'est ainsi que, chez les malades atteints de fièvre typhoïde, les mouvements, les fatigues légères, l'alimentation, etc., affectent beaucoup plus la courbe des calorifications que celle des températures; ces deux grandeurs, température et calorification, peuvent d'ailleurs, ainsi que nous l'avons signalé l'année dernière, varier en sens contraire.

Un de nos élèves, M. le Dr A. Bouchet, a fait, par cette méthode, une importante étude des effets de l'hydrothérapie; les résultats sont consignés dans sa thèse : *Étude sur une méthode nouvelle de calorimétrie clinique et son application à la recherche des influences de l'hydrothérapie sur la calorification*, Bordeaux 1903. Il a étudié l'influence immédiate et consécutive sur la calorification, de la douche et de différents bains à des températures variées; c'est la douche simple qui exerce l'influence la plus puissante. Ces recherches, en renseignant exactement sur l'action qu'exercent les diverses pratiques hydrothérapiques sur la calorification, permettent de donner aux indications thérapeutiques une précision toute scientifique.

Nous continuons les applications de cette méthode à l'étude des divers états morbides et des agents thérapeutiques; c'est ainsi que nous étudions en ce moment, à l'aide de thermomètres à réservoirs plats, l'influence des actions locales, agents révulsifs, etc., sur le pouvoir émissif de la peau.

---

## M. le Dr Stéphane LEDUC

Professeur à l'École de Médecine de Nantes

### TRAITEMENT DE LA GRIPPE PAR LES INHALATIONS MÉDICAMENTEUSES PRÉSENTATION D'UN NOUVEL INHALATEUR [616.938:615.64]

— *Séance du 6 août* —

Dans la grippe, l'inflammation catarrhale débute habituellement par les parties supérieures de la muqueuse des voies respiratoires, fosses nasales, pharynx, larynx, trachée. Ce catarrhe des voies supérieures occasionne des symptômes très pénibles; c'est ainsi que la laryngite et la la trachéite dépriment souvent le malade par une toux irritante et incessante qui le prive de repos et de sommeil. Il est donc important de combattre ces manifestations catarrhales au début; on peut arrêter la maladie, empêcher sa propagation dans les parties profondes et prévenir les complications redoutables qui peuvent en résulter. Le malade apprécie avec raison le soulagement immédiat qu'il éprouve; la possibilité d'obtenir du repos et du sommeil augmente sa résistance et ses chances de guérison.

Il est illogique de combattre le catarrhe localisé par une médication générale et, pour agir avec une certaine concentration du médicament sur la muqueuse enflammée, d'imprégner également de la substance médicamenteuse tous les organes; on déprime ainsi le système nerveux et on diminue la résistance de l'organisme.

Nous possédons actuellement des médicaments assez nombreux, antiseptiques et calmants, pour pouvoir suivre le principe proclamé au Caire par M. le professeur Bouchard et appliquer, avec son maximum de concentration et d'effet, la substance active sur la partie malade. Nous avons déjà indiqué aux Congrès de l'Association Nantes 1898, et Ajaccio 1901, comment on pouvait aisément introduire profondément dans les voies respiratoires, les poudres et les liquides, en les faisant entraîner par le courant d'air inspiré; nous ne pouvons que confirmer les résultats que nous annoncions alors. Nous ne nous occupons aujourd'hui que des médicaments introduits à l'état de vapeur par inhalation. Si cette médication n'est pas plus appréciée et plus généralement employée, cela tient à sa technique défectueuse. Cette méthode n'a pas, que nous sachions, été l'objet d'une critique et par suite des perfectionnements scientifiques dont elle est suscep-

tible. En chauffant une solution aqueuse et se plaçant au-dessus pour en respirer les vapeurs, celles-ci se dégagent à 100° et l'on est très gêné par la chaleur; d'autre part les vapeurs atteignent toutes les parties du visage et en particulier les yeux, ce qui interdit l'emploi de substances actives comme le menthol. Les inhalateurs formés d'un flacon à deux tubes, dont un plongeant, sont aussi très imparfaits; l'air qui descend par le tube plongeant traverse le liquide rapidement et par bulles, n'ayant de contact avec lui que par une surface minima; l'évaporation en conséquence est faible, l'air ne se charge que d'une petite quantité de vapeurs et le traitement avec ces appareils ne saurait atteindre toute son efficacité. Si l'on augmente la quantité de liquide dans le flacon pour étendre et prolonger le contact, il faut vaincre la pression du liquide, l'aspiration ne peut être prolongée, car elle est fatigante et pénible. L'inhalateur à flacon est un appareil compliqué, comprenant des tubes, des bouchons et des joints; pour que les inhalations ne soient pas pénibles, les tubes doivent avoir plus d'un centimètre de diamètre intérieur et il est très rare d'obtenir des joints bien faits.

L'inhalateur que nous présentons, exempt des défectuosités signalées, donne à la méthode des inhalations médicamenteuses une simplicité, une perfection et une efficacité qui doivent en généraliser l'emploi. Il se compose d'un entonnoir renversé, à bord échancré; sur la partie tubulaire de cet entonnoir on fixe un tube de caoutchouc de 20 cent. environ de longueur, terminé par un embouchoir de verre.

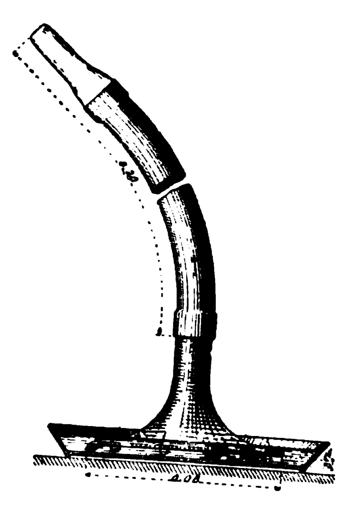


Fig. 1.

On met dans une soucoupe le liquide à inhaler, froid, ou chaud si les inhalations doivent être faites chaudes; on place l'entonnoir renversé sur la soucoupe; la quantité de liquide doit être telle qu'il s'élève un peu au-dessus du bord supérieur des échancrures de l'entonnoir, c'est-à-dire qu'il faut une couche de liquide d'un centimètre au plus; on aspire par l'embouchoir du tube de caoutchouc, l'air pénètre dans l'entonnoir en déprimant le liquide, par chacune des échancrures du bord inférieur; étant donnée l'étendue de la section de pénétration, que l'on peut d'ailleurs augmenter avec la circonférence de

l'entonnoir, l'air ne pénètre que par une lame très mince qui rase la surface du liquide; en étendant horizontalement le bord de l'entonnoir, on peut prolonger autant que l'on veut le contact de la lame d'air avec la surface du liquide et ne faire inhaler que de l'air parfaitement saturé de vapeur. D'autre part, en raison de l'étendue de la section d'entrée et de la faible épaisseur du liquide, l'air circule sans résistance et l'inhalation se fait sans fatigue. L'appareil sans flacon, sans bouchon et sans joint, est d'une très grande simplicité et, par conséquent, peut se faire à très bon marché. On peut d'ailleurs couder la partie tubulaire de l'entonnoir, l'aplatir à l'extrémité pour former l'embouchoir; on supprime ainsi le tube de caoutchouc et l'inhalateur est formé d'une seule pièce de verre.

Les substances médicamenteuses antiseptiques et anesthésiques qui peuvent être utilisées en inhalations sont très nombreuses. Nous employons souvent une solution de phénol à 5/100 et, à la dose nécessaire pour son inhalation, deux cuillerées à bouche environ, nous faisons ajouter cinq à vingt gouttes d'une solution alcoolique saturée de menthol et la même dose de salicylate de méthyle, substance dont l'emploi en inhalations nous a donné dans la grippe d'excellents résultats.

Dans les cas chroniques, nous faisons ajouter à la solution de phénol, par cuillerées à café, une solution de 5/100 de monosulfure de sodium; nous réalisons ainsi, à domicile, un véritable humage d'hydrogène sulfuré. On peut employer avantageusement le gaïacol liquide, la créosote, les préparations d'eucalyptus, etc.

Avec les perfectionnement que nous venons de décrire, la méthode des inhalations médicamenteuses constitue un des meilleurs traitements de la grippe.

---


## M. le Dr Paul DELBET

à Paris


### CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE L'OPÉRATION DE TALMA [616.381.7]

*— Séance du 6 août —*

Obs. — Le 10 janvier 1903 se présentait à ma consultation de la maison de santé Daviel-Larrey, à Saint-Quentin, une jeune fille de 18 ans se plaignant d'un affaiblissement de ses forces et d'un accroissement peu

marqué, mais insolite, du volume du ventre, le tout datant de 8 mois environ.

Voici ce que l'examen me permit de constater : Un ventre légèrement augmenté de volume, mais déformé surtout dans sa partie supérieure; les fausses côtes refoulées excentriquement, la taille effacée, les muqueuses et les téguments présentant une coloration légèrement subictérique. L'enfant est d'une manière générale mal développée, pâle et amaigrie; elle vaque cependant journellement aux soins du ménage.

En explorant le ventre, on trouve partout de la sonorité, quelle que soit la position donnée à l'enfant; partout, sauf dans une zone commençant un peu au-dessus de l'ombilic et à gauche et limitée à droite par une ligne se dirigeant vers la partie moyenne des fausses côtes droites; à gauche, par une ligne se dirigeant vers les limites du flanc et de l'hypochondre. La sonorité gastrique occupe en haut et à droite sa zone normale, mais est moins étendue que d'ordinaire; en haut, en arrière et à gauche, la zone mate se perd dans l'hypochondre et le flanc. La matité hépatique est normale.

Par la palpation, on constate que la paroi du ventre est dans son ensemble tendue : sauf cette disposition, rien d'anormal dans la partie inférieure ni dans la partie latérale droite du ventre. Aux limites de la zone mate, c'est-à-dire un peu au-dessus et à gauche de l'ombilic, on sent une série de bosselures bien nettes : trois grosses, ayant le volume d'un œuf de pigeon et deux plus petites situées un peu plus haut. Au niveau de la zone mate, on sent vaguement un plan résistant; mais, étant donné que la paroi est fortement tendue, il est difficile de dire s'il y a derrière cette paroi une masse anormale. Le foie ne déborde pas les fausses côtes : les reins sont en place.

Les parties anormales senties sont fermes sans être dures. J'ajoute que la malade n'a pas de fièvre, qu'elle ne présente aucun phénomène anormal en dehors de son affaiblissement et de l'augmentation du volume du ventre; que rien dans ses antécédents personnels ni héréditaires ne peut mettre sur la voie du diagnostic,

Le cas était singulièrement épineux. Des cliniciens nombreux et expérimentés avaient vu la malade. Les diagnostics portés étaient : kyste hydatique, rate paludique, péritonite chronique. Pour ma part, je fis le diagnostic de péritonite tuberculeuse; je rejetai le diagnostic kyste hydatique, parce que la tumeur était ferme et non rénitente, le diagnostic de rate paludique parce qu'un interrogatoire attentif ne me permettait pas de retrouver le moindre antécédent palustre : d'ailleurs, je ne retrouvai par la palpation aucun des caractères ordinaires de rate augmentée de volume. Au contraire, l'affaiblissement progressif et les bosselures senties au voisinage de l'ombilic me paraissaient cadrer avec l'hypothèse d'une tuberculose caséeuse du grand épiploon.

Pour le dire immédiatement, aucun de ces diagnostics n'était exact :

la laparatomie me montra que nous étions en présence d'un foie rétracté nettement cirrhotique, les nodosités senties appartenaient à l'extrémité de la rate, elle-même déformée et bosselée et la zone mate au corps de la rate que son hypertrophie avait abaissée. J'ai appris que, malgré son jeune âge, cette enfant était une alcoolique invétérée.

Étant donné mon diagnostic, la laparatomie s'imposait. Je fis une incision de quatre travers de doigt environ se terminant en face et un peu à gauche de l'ombilic. Je traversai la paroi, y compris le fascia ombilicalis; mais, arrivé là, je rencontrai une zone feuilletée, puis graisseuse, parcourue par d'énormes veines dilatées et sinueuses. Je crus être en présence d'un épiploon adhérent, comme il s'en rencontre fréquemment dans la péritonite bacillaire. Je décollai à droite, puis à gauche; je complétai mon incision pariétale par un débridement latéral droit de trois travers de doigt, de manière à obtenir une fente en L renversé; partout dans une étendue de quatre travers de doigt environ je rencontrai la même disposition; enfin j'incisai couche par couche, liant les veines que je rencontrais, et finis par pénétrer dans le ventre. Je m'aperçus alors que les tissus qui m'avaient arrêté n'étaient autres que la grande faux du péritoine, considérablement élargie, parcourue par d'énormes veines, se continuant à plein canal avec des veines pariétales profondes également dilatées.

Il y avait fort peu de liquide dans le ventre, pas trace de tuberculose; mais, comme je l'ai dit, un foie rétracté nettement cirrhotique avec rate hypertrophiée; en somme, nous étions en présence d'une cirrhose mixte.

La malade guérit de l'intervention, mais, fait intéressant, peu après l'opération on put constater l'apparition de l'ascite et, au fur et à mesure que la cicatrisation, devenant plus complète, étouffait les troncs veineux, la quantité de liquide contenue dans le ventre augmentait; actuellement le ventre fait une forte saillie en avant, saillie parfaitement régulière. Toutefois l'état général se maintient et la malade a repris sa vie antérieure.

Messieurs, ainsi que vous le voyez, ce cas est un succès opératoire et un échec thérapeutique. J'attribue le succès opératoire, obtenu malgré l'état précaire de ma malade, à la perfection de l'installation que j'ai réalisée à Saint-Quentin. J'aurais pu passer sous silence l'échec thérapeutique, mais je sacrifie volontiers un vain amour-propre à un profond enseignement scientifique et, ainsi que vous allez le voir, mon observation présente à ce point de vue un grand intérêt.

Vous n'ignorez pas que, dans ces dernières années, Talma et Morisson, presque simultanément ont proposé de combattre l'ascite des cirrhotiques en créant des adhérences entre les viscères abdominaux annexes du système porte et la paroi abdominale, de manière à créer pour la veine-porte des voies de décharge permettant au sang

qui l'obstrue de se frayer un chemin vers le cœur par l'intermédiaire du système cave. La manière d'obtenir ces voies de dérivation varie avec les auteurs : Schiassi, Bunge ont fait une opération complexe et fixé à la paroi abdominale le fond de la vésicule, le grand épiploon et la rate. Le plus souvent, on ne fixe à la paroi que le grand épiploon seul, soit en l'engageant entre le foie et le diaphragme (Rolleston et Turner), soit en l'amenant sous la peau de l'abdomen après excision de l'ombilic (Pascale), entre le muscle et le péritoine (Schiassi, Villar) à la face profonde du péritoine (Terrier, Alexandre). En bloc, ces opérations pratiquées une centaine de fois donnent 32 $\frac{0}{0}$ de mort, 34 $\frac{0}{0}$ de guérison et 18 $\frac{0}{0}$ d'amélioration (statistique d'Alexandre).

Mais, de même qu'il serait injuste de rejeter ces interventions en raison de leur mortalité élevée, de même la guérison de l'ascite par l'intervention ne suffirait pas à les légitimer; il pourrait y avoir, en l'espèce, simple coïncidence; on peut admettre, en outre, que l'opération agit d'une manière indirecte en modifiant le péritoine ou en facilitant la filtration du liquide ascitique à travers la paroi (Froment).

En l'espèce, l'opération de Talma n'est défendable que si l'on démontre, d'une part, que l'ascite cirrhotique est la conséquence de la gêne circulatoire créée par la cirrhose dans la veine porte; d'autre part, que le mélange du sang porte avec le sang cave est sans inconvénient pour l'économie.

Les auteurs ne sont pas d'accord sur la *pathogénie de l'ascite* dans la cirrhose. Chauffard et Froment attribuent l'ascite à une péritonite chronique; d'autres pensent qu'elle est la conséquence d'une toxémie. Certes, les examens d'Alexandre ont bien montré que le liquide ascitique n'a pas la composition d'un liquide ascitique; Kouznetzoff, en liant la veine porte chez le chien, a déterminé l'apparition de la diarrhée et de l'ascite; mais aucun de ces faits n'a la valeur de mon observation. A ce point de vue, le fait que je vous ai rapporté a la valeur d'une expérience absolument démonstrative. Voici une malade chez laquelle je vois le foie rétracté et cirrhosé : grâce à un énorme développement des veines de la faux du péritoine, il existe un courant veineux de dérivation, il n'y a pas d'ascite. Je sectionne une partie de ces veines au cours de mon opération, la rétraction cicatricielle consécutive à la cicatrisation de la plaie opératoire étouffe les autres; immédiatement l'ascite apparaît : et cependant la paroi a été réunie par première intention; il n'y eut de fièvre à aucun moment. On ne peut donc mettre en cause le péritoine; on peut affirmer que

l'ascite a eu pour cause l'obstruction veineuse. Ce fait suffit à justifier l'opération de Talma.

Il faut montrer maintenant que cette opération est sans danger. On peut craindre, en effet, qu'après l'opération de Talma, le sang porte passant dans les veines caves ne vienne infecter ou intoxiquer l'économie. Déjà les expériences d'anastomose porto-cave de Eck et Tansini montrent que cette crainte est chimérique; mais le fait appert plus clairement encore de mon observation. Voici une malade, chez laquelle existait une large voie de dérivation : sans être excellente, sa santé se maintenait tant bien que mal; j'interromps la communication porte-cave, aussitôt les troubles apparaissent : il y a de l'affaiblissement, de l'oligurie, du subdélire, des épistaxis; celles-ci sont d'autant plus intéressantes, que les expériences de Claude Bernard, de Roger et Castaigne, de Gilbert et Carnot, montrent qu'après la ligature de la veine-porte la pression baisse dans le système artériel et le système cave, par accumulation du sang dans les ramifications portes; l'épistaxis doit donc être attribué à une altération du sang, Il est remarquable que celle-ci soit devenue considérable, précisément après l'interruption des communications porto-caves.

Un dernier point pour terminer. Nous avons vu que l'épiploon avait été fixé sous la peau, sur le péritoine et contre la face profonde de ce dernier. Sur ma malade, je peux affirmer que la circulation collatérale s'était développée dans le tissu sous-péritonéal : c'est donc là qu'il faut chercher à créer les anastomoses. A ce point de vue, les opérations de Schiassi, Villars et de Terrier-Alexandre sont infiniment supérieures à l'opération de Pascale.

---

## M. le Dr Joseph TÉTAU

de Gesté (Maine-et-Loire)

### DIAGNOSTIC PRATIQUE DE LA PRÉDISPOSITION A LA TUBERCULOSE PULMONAIRE

[616.995]

*— Séance du 6 août —*

#### INDICATION DU TRAITEMENT

La vraie prophylaxie de la tuberculose sera celle qui consistera à reconnaître la tendance que présente un organisme à se laisser contaminer.

La tuberculose est une maladie parasitaire : Une dans son germe et dans sa production pathologique, elle est essentiellement individuelle dans son évolution.

L'observation clinique nous montre que tout individu peut devenir tuberculeux, mais elle nous montre aussi que certains organismes semblent y être plus spécialement prédisposés.

Ce serait donc, suivant nous, une erreur de croire à l'existence d'un tempérament spécial exclusivement propre à la tuberculose; il ne saurait y avoir qu'une prédisposition individuelle plus ou moins grande au développement et à l'évolution du germe invalide : c'est ce qui nous a amené à chercher ailleurs que chez les tuberculeux les conditions du terrain de prédisposition. C'est en étudiant la nutrition de gens en apparence bien portants que nous sommes arrivé à nous rendre compte que nous avions chacun un mode de vie propre. correspondant à l'activité plus ou moins grande de nos réactions organiques.

La nutrition, en effet, avec son double mouvement d'assimilation et de désassimilation, ne présente pas une rapidité et une intensité constamment égales. Il y a des variations normales, tantôt exagération, tantôt insuffisance et, si ces déviations sont persistantes, elles produisent chez l'individu un mode de vie spécial, un tempérament particulier à prédispositions morbides constantes dans leur nature. mais variables dans leur intensité.

On a désigné, sous le nom d'arthritisme, les différents phénomènes pathologiques produits par un ralentissement de la nutrition.

Mais, s'il y a une nutrition retardante, caractérisée par un ralentissement de combustions organiques, il existe un état diathésique inverse caractérisé par une augmentation de combustions et par des réactions organiques, chimiques et vitales exagérées : C'est cet état diathésique que nous désignons sous le nom de diathèse consomptive.

*La consomption est donc une maladie de la nutrition caractérisée par une suractivité de combustions organiques.*

Héréditaire, cette maladie peut exister à l'état latent quand l'apport suffit à réparer les pertes de l'organisme, ce dernier se consume lui-même en brûlant et éliminant de sa propre substance.

La consomption se manifeste dès le début par des phénomènes de fatigue, lassitude, courbature, essouflement, sueur au moindre effort. besoin de s'asseoir. diminution dans l'appétit, moindre résistance au travail physique, sensation de chaleur interne. La peau est chaude au toucher, les malades se disent atteints de fièvre minante :

ils se trouvent bien au lit et couchés sur une chaise longue. Les facultés intellectuelles sont intactes, même plus actives, mais rebelles à un travail soutenu. Le tout s'accompagne d'une déminéralisation intense, d'une élévation dans la température moyenne des individus et d'un amaigrissement lent mais progressif, tellement caractéristique que nous pouvons dire que tout amaigrissement progressif coïncidant avec une exagération de combustions organiques est un signe certain de consomption.

On nous objectera peut-être que ces phénomènes sont dépendants d'une tuberculose latente. Nous ne le croyons pas, au moins dans tous les cas. En effet, certains sujets atteints de ces troubles incertains de la santé ne présentent aucun signe stéthoscopique de la tuberculose au début ; de plus, la facilité relative avec laquelle on modifie cet état nous semble incomparable avec l'existence d'une tuberculose en voie d'évolution. Et, quand bien même cette exagération des combustions tiendrait à une tuberculose latente, elle n'en indiquerait pas moins une réaction spéciale du sujet, c'est-à-dire du terrain, puisque deux individus soumis à la même épreuve ne réagissent pas de la même façon. Si nous observons les tuberculeux en général, nous voyons que la maladie a des modalités variables, même contradictoires. Ainsi les échanges respiratoires généralement exagérés sont parfois normaux et parfois ralentis et diminués (Albert Robin); la déminéralisation de l'organisme varie dans de notables proportions, suivant que l'on observe une tuberculose aiguë ou chronique ; l'élévation thermique existe dans la plupart des cas, mais on trouve parfois des températures basses. Les combustions organiques peuvent être exagérées, normales ou garanties. Et pourtant, dans tous ces cas, c'est le même germe produisant la même lésion.

Aussi émettons-nous cette proposition : La prédisposition à la réceptivité de la contagion tuberculeuse et la marche de la maladie sont en raison directe de l'intensité des combustions organiques du sujet.

C'est dans le diagnostic de la consomptivité qu'il faut faire et rechercher les phénomènes plus ou moins accusés que présente le sujet. En agissant ainsi nous serons à même, non seulement de lutter contre la tuberculose pulmonaire, mais de prémunir et de sauver ceux que guette la phtisie pulmonaire, la plus grave et la plus terrible des maladies.

On recherchera donc les symptômes que nous avons décrits et, comme ces phénomènes sont en rapport avec l'activité de nos réactions chimiques et vitales, le diagnostic de la prédisposition indivi-

duelle se fera en prenant la mesure de l'intensité des combustions organiques du sujet.

La chaleur animale, étant la manifestation physique et palpable des réactions organiques qui caractérise notre vie, présentera des variations suivant que ces réactions seront plus ou moins actives; d'une façon générale, l'intensité des combustions augmente avec la température.

C'est donc à l'étude de ces phénomènes caloriques que nous demanderons ces renseignements et nous tiendrons compte dans cette méthode de mesure de l'intensité des combustions organiques par la thermométrie 1° de la température du sujet 2° de son rayonnement, c'est-à-dire de la vitesse avec laquelle il perd la chaleur qu'il produit.

L'observation simultanée de ces deux phénomènes nous donnera une résultante absolument juste.

Nous nous servons à cet effet d'une trousse spéciale composée d'un thermomètre et d'un thermoréomètre; ces deux instruments sont gradués en dixièmes de degrés. (On trouve ces instruments à Paris, chez M. Chazal, 21, rue Monsieur-le-Prince).

L'intensité des combustions organiques se mesurera en ajoutant à la température axillaire du sujet la vitesse d'ascension thermoréométrique partant de 20° exprimés en dixièmes de degrés par la hauteur de la colonne mercurielle atteinte dans l'unité de temps, la minute. Soit la formule.

$$I = T + V \quad .$$

Le technique opératoire est des plus simples : On place le thermomètre dans le creux axillaire et l'on note la température que l'on obtient quand le maximum est atteint, soit 36°,5.

On place la surface plane du thermoréomètre perpendiculairement sur la fourchette du sternum (le sujet ayant la poitrine à découvert depuis une ou deux minutes), après avoir amené la colonne mercurielle à 20°, et l'on note à quelle hauteur est monté le mercure en une minute, soit 29°,5. Ce qui au-dessus de 20° fait une vitesse ascensionnelle de 95 dixièmes. Il suffit alors d'additionner :

T 36°,5 + V 9°,5 = I en tout 460 dixièmes

Il faut, autant que possible, opérer dans une atmosphère extérieure de 15° à 18°.

Cette méthode est extrêmement rapide, simple et à la portée de tout le monde, le résultat s'obtient en deux minutes.

Or, tous ceux que nous avons examinés même avec les apparences de la santé qui présentaient un total supérieur à 460 dixièmes et plus avaient des signes évidents de fatigue, faiblesse musculaire, moindre résistance au travail physique, amaigrissement etc., en un mot présentaient tout ou partie des phénomènes de consomption que nous signalons plus haut. C'était donc tous des consomptifs et, parmi eux, à côté des gens surmenés se trouvaient presque tous les descendants de tuberculeux. Ceux, au contraire, qui présentaient une résultante inférieure à 450 dixièmes et moins avaient des tendances marquées vers l'arthritisme et les maladies par ralentissement de la nutrition.

Les résultantes que l'on obtient par notre méthode doivent donc s'interpréter ainsi :

460 et au-dessus, combustions exagérées, diathèse consomptive;

450 à 460, combustions normales;

450 et au-dessous, combustions ralenties, diathèse arthritique.

En résumé, en face d'un malade soupçonné de tuberculose, voici notre manière de procéder.

Nous faisons d'abord le diagnostic de la consomptivité du sujet en prenant, suivant notre méthode, la mesure de notre intensité de ses combustions. La résultante plus au moins élevée que nous obtenons nous montre, si elle est supérieure à 460, que le sujet est consomptif et vit avec des combustions exagérées; si elle oscille entre 450 et 460, qu'il vit avec des combustions normales; si elle est inférieure à 450, que le sujet vit avec des combustions ralenties. Nous connaissons ainsi immédiatement sa vitalité et sa dépense organique, cette dernière augmentant proportionnellement à l'intensité des combustions.

Alors nous cherchons les signes de tuberculose pulmonaire ou autre qui peuvent exister, et suivant les renseignements que donnent l'auscultation et la percussion : submatité, résonnance de la voix, augmentation des vibrations thoraciques, affaiblissement du murmure vésiculaire, obscurité, rudesse ou saccadement de la respiration, nous adoptons ou nous rejetons le diagnostic de tuberculose.

Si nous l'admettons, nous soignons la tuberculose par la révulsion locale et les médicaments modificateurs de l'épithelium pulmonaire, et le sujet, en modifiant sa nutrition suivant le sens indiqué par le premier examen, de façon à le ramener ou à le maintenir dans le groupe des lymphoarthritiques suivant que c'est un tuberculeux consomptif, normal ou ralenti.

Si, ne trouvant pas de tuberculose, nous constatons seulement une

exagération de l'intensité des combustions, nous considérons le malade comme consomptif prédisposé à la tuberculose et le soignons comme tel, en cherchant à diminuer ses combustions organiques par les modificateurs de la nutrition, les arsenicaux, les sels calcaires, les antinervins, le bromure de sodium et de camphre à dose continue, même progressive, et par l'hygiène, le repos et la suralimentation : on arrive ainsi, en l'espace d'un ou deux mois, à ralentir ses combustions en même temps qu'on lui rend la santé.

En un mot, nous nous guidons pour le diagnostic de la prédisposition individuelle à la tuberculose et pour le traitement de cette affection sur les examens fournis par la mesure de l'intensité des combustions organiques. En agissant ainsi, nous sommes arrivés à faire tomber la mortalité par tuberculose dans notre clientèle du 5e au 12e à peine des décès, c'est-à-dire qu'elle a diminué des deux tiers.

---

## M. le Dr LEPAGE

à Angers

---

### PROPHYLAXIE DE LA TUBERCULOSE A ANGERS. — CE QUI A ÉTÉ FAIT CE QUE L'ON DOIT FAIRE [614.543(44.18)]

---

*— Séance du 6 août —*

La lutte contre la tuberculose est à l'ordre du jour de toutes les Sociétés savantes, rien de ce qui touche à cette question ne doit vous être étranger. Nous avons donc pensé qu'il y avait intérêt à vous communiquer l'état de la question à Angers.

Un Comité d'initiative pour la formation d'une ligue antituberculeuse a été formé il y a plus d'un an. Les efforts de son bureau, à l'activité duquel je tiens à rendre hommage, n'ont encore abouti qu'à la publication d'un double rapport du Dr Cerf et de moi. Les projets qui y sont exposés, simples, d'exécution facile et peu onéreux, seraient cependant pour notre ville un véritable bienfait.

Heureusement que d'autres initiatives, sans attendre le fonctionnement de cette ligue, s'étaient mises à la besogne; c'est pourquoi nous pouvons vous présenter aujourd'hui :

1° La Goutte de lait;

2° L'Œuvre des Colonies de vacances;

3° L'organisation d'un service de tuberculeux à l'Hôtel-Dieu;

4° L'Œuvre des Servantes des Pauvres, dites Sœurs du Père Leduc.

Pour la Goutte de lait, son organisation à Angers ne présente rien de particulier; une laiterie modèle installée au Dépôt de mendicité; trois Dépôts de lait stérilisé placés dans les quartiers les plus populeux de la ville, dirigés par trois jeune confrères actifs, permettent la distribution de ce lait aux familles indigentes et même aux familles aisées avec une juste rémunération. Je n'insiste donc pas sur cette œuvre, qui pour la lutte antituberculeuse sera un véritable auxiliaire, en nous permettant de soustraire l'enfant à l'allaitement d'une mère tuberculeuse et en rendant l'enfant plus réfractaire à toute contamination par la distribution d'une nourriture saine et appropriée à son âge.

Je n'insisterai pas davantage sur l'œuvre de Colonies de vacances; le Dr Jagot qui a pris cette question à cœur va vous l'exposer ici. Si le placement des enfants délicats dans les familles à la campagne a soulevé des objections comme traitement de la tuberculose, surtout de la tuberculose ouverte; il mérite cependant tous nos encouragements comme moyen de fortifier les enfants pauvres de la ville, manquant du cube d'air suffisant dans des appartements trop exigus et trouvant au contraire à la campagne, avec une nourriture substantielle, un air pur et vivifiant.

Je veux principalement attirer votre attention sur le service des tuberculeux à l'Hôpital et spécialement sur l'installation *d'une galerie de cure* qui, grâce à la disposition de notre Hôtel-Dieu, présente un intérêt tout particulier.

Celui-ci est divisé en deux corps de bâtiments séparés par la chapelle et une allée centrale, d'un côté le service des hommes et l'hôpital militaire, de l'autre les service des femmes et des enfants, la maternité et la pharmacie *(fig. 1)*.

Ces corps de bâtiments font face au sud-est et dominent la Maine dont ils sont séparés par de vastes jardins. Du côté sud-est de chacune de ces constructions et par conséquent du côté de la Maine, se détachent quatre ailes qui forment ainsi trois cours vastes, aérées, bien exposées et parfaitement ombragées. Les extrémités sud-est de ces ailes sont elles-mêmes réunies par des galeries couvertes et et bitumées qui ferment par conséquent les cours, servent de pro-

menoirs quand il pleut et font communiquer les différents services. Les photographies que je vous présente vous permettront de vous rendre compte de cette disposition pour le côté des hommes.

Sur mon initiative et sur un rapport du professeur Jagot, appuyé par la Société de Médecine d'Angers, l'Administration des Hospices a pu facilement, et à peu de frais, transformer l'une de ces galeries couvertes en galerie de cure pour les tuberculeux. Il lui a suffi d'appliquer un plafond sous la toiture, pour atténuer la chaleur et le froid, de fermer par une cloison le côté nord-ouest, le côté des des cours et d'appliquer du côté sud des rideaux pour mettre à l'abri de la chaleur ou de la pluie.

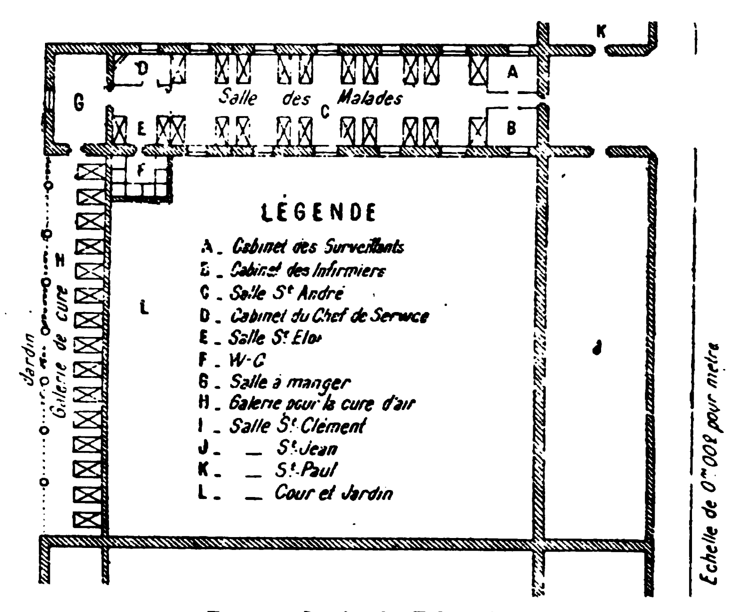



FIG. 1. — Service des Tuberculeux.

Cette galerie, longue de 25 mètres, large de 5, contient aujourd'hui 18 couchettes ou chaises longues, munies chacune d'une petite table pour déposer le crachoir et quelques objets. Elle est exposée en plein soleil, avec une vue agréable sur les jardins, sur la Maine et de là sur la ville; par son orientation elle est à l'abri des vents du nord et du nord-ouest et des pluies de l'ouest, les plus fréquentes à Angers. Elle est en communication par une de ses extrémités avec une salle de service du Dr Jagot, réservée maintenant aux tuberculeux. Une salle à manger la sépare de cette salle.

Je ne vous décrirai pas l'aménagement et le fonctionnement du

service; c'est celui de tous les sanatoria; du reste, le Dr Jagot l'a fait ailleurs et sera très heureux de le faire visiter à ceux d'entre vous que cela peut intéresser. Ci-joint un plan du service qui vous en donnera une idée suffisante.

Le prix de cette installation, grâce il est vrai à ce qui existait antérieurement, ne dépassera pas 3.500 francs. L'aménagement, fabriqué, il faut le dire, à la maison même par les pensionnaires de l'hospice annexé à l'Hôtel-Dieu, ne revient pas à plus de 38 francs par couchette. Une chaise longue en bois, 10 francs; un matelas de guinche, 8 francs; un oreiller, 5 francs; une couverture, 12 francs; une petite table, 3 francs.

Cette disposition obtenue pour une galerie du service des hommes va être faite incessamment au service des femmes. Rien ne s'opposera même à la transformation d'autres galeries, quand on en aura reconnu l'utilité et les avantages.

En demandant pour l'Hôtel-Dieu l'installation de ces galeries de cure, je n'ai pas eu l'intention d'augmenter le nombre des guérisons; je ne me fais sur ce point aucune illusion : les malades admis ne sont que très rarement au début de leur affection et quittent l'Hôpital trop tôt, c'est-à-dire dès qu'ils se sentent assez améliorés pour pouvoir travailler. Ce que j'ai voulu obtenir surtout, c'est une plus longue survie, un service spécial pour faire disparaître la contagion hospitalière, un séjour plus agréable et plus hygiénique pour nos tuberculeux pauvres, qui seront ainsi encouragés à venir en plus grand nombre et plus promptement à l'Hôpital, à y rester plus longtemps, à y faire enfin leur éducation médicale. Devant la perspective d'un traitement agréable et donnant l'espoir de guérir, ils quitteront avec moins de regret leurs logements où la promiscuité avec le reste de la famille est toujours trop grande; et, quand ils rentreront à leur foyer, ils sauront quelles précautions prendre pour n'être pas une cause de contagion.

Dans le même ordre d'idée, je tiens à vous signaler les modifications que j'ai pu introduire dans l'infirmerie d'une communauté hospitalière dont je suis le médecin avec le Dr Quintard.

Les Servantes des Pauvres, fondées à Angers il y a vingt-cinq ans environ et déjà répandues dans plusieurs départements et surtout à Paris, ont pour mission exclusive de soigner les indigents à domicile sans aucune espèce de rémunération; non seulement elles donnent des soins aux malades, mais de plus elles s'occupent des enfants et préparent les repas de la famille; elles visitent ainsi un, deux ou trois

ménages par jour, rentrant à la Communauté pour le repas et pour le coucher. Mal instruites, les garde-malades peuvent facilement être une cause de contagion ou se contagionner elle-même, d'autant plus qu'elles commencent assez jeunes leur mission et qu'elles sont assez souvent d'un tempérament délicat; aussi avons-nous trouvé chez elles la tuberculose assez fréquente, surtout à Angers, Maison-Mère, où, dès qu'un sujet d'une obédience est reconnu sérieusement atteint, il nous est envoyé aussitôt.

Servi encore ici par la disposition des lieux, nous avons utilisé un pavillon placé sur une terrasse, face au sud-ouest, à quarante mètres d'altitude, ayant devant lui un horizon de huit à dix kilomètres, que bornent seules les collines d'Outre-Maine et d'au-delà de la Loire. Du côté du nord-est, la chapelle et le bâtiment principal de la Communauté, haut de plusieurs étages, met à l'abri des vents froids.

Deux pièces en façade, parfaitement aérées, ont été aménagées en salle de cure, l'une pour les tuberculoses au début, plus susceptibles d'amélioration, l'autre pour les tuberculoses avancées. Les prescriptions et les règlements des sanatoria y sont observés.

Nous avons trouvé là non seulement un moyen heureux d'améliorer nos malades et de les isoler, mais aussi une véritable école d'instruction pour les autres religieuses, qui utilisent chez leurs malades ce qu'elles ont vu faire chez elles; précautions pour leurs vêtements, désinfection des mains, des linges et des crachoirs; crachoir de poche pour chaque Sœur qui tousse ou qui expectore, etc.

Tant qu'aux *projets de notre ligue antituberculeuse*, il serait fastidieux de vous en entretenir. Je tiens cependant à vous signaler, dans le rapport du Dr Cerf et dans le mien, deux points sur lesquels nous avons insisté.

1° L'alliance d'hygiène sociale, comme l'a appelée si heureusement le Professeur Brouardel à la séance publique tenue le 5 mai dernier sous la présidence de M. Casimir Périer, à l'occasion de la réunion à Paris du Bureau international pour la lutte contre la tuberculose;

2° *L'assistance à domicile* par l'intermédiaire du Bureau de bienfaisance.

Devançant en effet le désir du professeur Brouardel, nous avons émis l'idée de la réunion dans un seul faisceau, de la concentration vers un même but, de toutes les œuvres qui peuvent contribuer à la lutte antituberculeuse ou qui ont intérêt à voir cette lutte s'organiser: il y aurait là une économie de temps et d'argent bien précieuse et l'orientation vers un but utile de bien des bonnes volontés dont les efforts demeurent certainement stériles.

Enfin, pour l'*Assistance antituberculeuse à domicile*, on a créé dans beaucoup de villes des dispensaires spéciaux; nous avons pensé qu'à Angers on pourrait ne pas créer ce nouveau rouage exigeant de suite des dépenses assez considérables et tout un personnel nouveau; nous avons cru que nous trouverions dans *l'Administration du Bureau de bienfaisance* toute la bonne volonté désirable pour organiser avec elle l'assistance à domicile, les économies qui seraient faites par cette Administration sur les produits pharmaceutiques encore si souvent prescrits devant être plus utilement employés en bons de viande, en désinfectants, en crachoirs, en visites sanitaires par des inspecteurs spéciaux, etc.

Je tenais à mettre en relief ces deux points d'organisation spéciaux de notre ligue qui, ailleurs comme à Angers, pourrait trouver utilement leur application.

---

M. le Dr JAGOT

Professeur de clinique médicale à l'École de Médecine d'Angers

## ŒUVRE ANGEVINE DES COLONIES DE VACANCES [614.545(44.18)]

— *Séance du 6 août* —

Je n'ai pas à faire connaître ce qu'est une colonie scolaire de vacances. Vous n'ignorez pas que M. le Pr Brouardel les place au premier rang des mesures prophylactiques contre la tuberculose, à la tête de celles qui visent la santé personnelle de l'enfant. Vous savez tous que M. le Pr Landouzy soutient qu'elles constituent comme la première ligne de défense contre l'implacable ennemi, la deuxième comprenant les sanatoria et la troisième les hôpitaux; qu'il est incontestable que, de ces trois lignes de défense, la première est la plus forte et la plus importante, car il vaut mieux prévenir que guérir. De cette prophylaxie de la tuberculose dépendent la vie ou la mort d'un pays comme le nôtre, dans lequel la question de la dépopulation est, et à si juste titre, à l'ordre du jour de nos assemblées savantes et politiques.

J'ai déjà, dans une autre enceinte, fait l'historique des Colonies de vacances, tant en France qu'à l'Étranger; j'ai montré combien

ces œuvres étaient riches, développées et prospères chez nos voisins; mais j'ai fait voir aussi que les progrès qu'elles font dans notre pays sont tels qu'il y a tout lieu d'espérer et de croire qu'il ne tardera pas à conquérir sur ce terrain, comme sur tant d'autres, la place qui lui est due.

Toutefois je voudrais vous rappeler comment ces œuvres sont nées d'œuvres analogues mais non similaires « Les Voyages scolaires ». Déjà préconisés sous la Convention par L. Portiez, député de l'Oise, comme un moyen de perfectionner l'éducation, les voyages scolaires ont été mis en pratique en l'an VIII et en l'an IX de la République pour les Écoles Centrales (lycées). L'exemple parfait de ces caravanes scolaires nous est donné par le grand éducateur genevois Rodolphe Töpffer dans ses Voyages en Ziz-Zag, au milieu des admirables sites des Alpes Vaudoises.

En 1887, s'organisaient à Paris les premiers voyages scolaires accordés comme récompense aux enfants les plus méritants : y prenaient part les élèves du collège Chaptal, des écoles Turgot, Lavoisier, Colbert, J.-B. Say, etc., etc.

Les œuvres des Colonies de vacances ont un but tout différent et dès qu'elles furent instituées, elles parurent porter un coup fatal aux voyages scolaires et en ralentir considérablement le développement. C'est qu'en effet ces œuvres ont un rôle plus étendu et une utilité plus immédiate. Il ne s'agit pas de récompenser des enfants qui ont mieux travaillé ou mieux réussi que leurs camarades. Il ne s'agit pas non plus de compléter l'éducation par la vue de nouveaux pays et de spectacles différents ; ce qu'il faut, c'est faire vivre dans des conditions meilleures d'aération et d'hygiène des enfants d'ouvriers sur lesquels ne peut s'exercer la surveillance des parents pendant les semaines de vacances et de leur donner de la santé pour l'année qui va suivre. Il s'agit aussi de lutter contre la prédisposition héréditaire ou acquise qu'ils peuvent avoir à contracter la tuberculose.

Les résultats ont été si satisfaisants et parfois si inattendus que les œuvres se sont multipliées d'une façon extraordinaire et qu'aujourd'hui c'est 18.000 à 20.000 enfants à qui elles procurent, tant à Paris qu'en province, les bienfaits des vacances au grand air de la campagne, de la montagne ou de la mer.

Ce que je voudrais aujourd'hui, c'est vous faire connaître une œuvre nouvelle, née d'hier, et qui a pu envoyer ces jours-ci 125 enfants en vacances. Je voudrais aussi vous dire comment est née cette œuvre dans notre ville, comment elle est organisée, les moyens

qu'elle a employés, 1° pour sa propagande, 2° pour la création de son budget, 3° pour le choix des enfants et leur examen médical, 4° pour leur envoi en placement familial après s'être assuré qu'ils étaient munis d'un trousseau suffisant.

L'histoire de notre œuvre est courte : Il y a deux ans, un de nos bienfaisants concitoyens, M. le Pasteur Audra, président de la section angevine de la Ligue de l'Enseignement, a reçu de cette association une faible subvention, avec prière de l'accroître par des dons de personnes généreuses de sa connaissance. Il devait en même temps chercher des nourriciers dans la campagne, autour d'Angers et se faire désigner des enfants dont l'état de santé indiquait le besoin d'un séjour à la campagne. Il réussit à lui seul à envoyer, pendant 15 jours aux champs, 30 enfants la première année et 60 enfants la seconde.

Il pensa cette année, pour des raisons spéciales et tout à fait propres à notre région, qu'il était utile et nécessaire pour son œuvre de s'effacer et de substituer à son action personnelle celle d'un Comité de dames qui dirigeraient l'Œuvre angevine des Colonies de vacances, dont il demeura seulement le dévoué Secrétaire général.

*Propagande.* — Le Comité, une fois constitué avec une présidente, deux vice-présidentes, deux secrétaires et une trésorière, plus un secrétaire général, eut pour premier souci de s'occuper de la propagande. Il adressa à toutes les personnes qu'il jugeait susceptibles de seconder son œuvre une circulaire exposant son but et les invitant à s'inscrire comme membres de l'Œuvre, la cotisation minima étant de trois francs. En même temps, presque toute la presse locale prêtait à l'œuvre un généreux appui; mais, bien que le Comité ait spécifié qu'il repoussait énergiquement toute préoccupation d'ordre religieux ou politique, il ne réussit pas à triompher de toutes les défiances. Néanmoins, en peu de temps, on réunit plus de 350 membres.

*Budget.* — Il s'agissait alors de se créer un budget et les moyens que l'on employa furent multiples. On avait d'abord les souscriptions des membres de l'Œuvre qui donnèrent 1.719 francs. On fit ensuite des quêtes à domicile qui, grâce au zèle avec lequel elles furent faites, rapportèrent 1.223 fr. 65. Des cartes de collecte en faveur de l'œuvre furent mises entre les mains d'enfants et d'employés des maisons de commerce et des établissements industriels ; chacune de ces cartes, divisées en 100 compartiments, chacun d'eux

correspondant à une offrande de cinq centimes, représentait, remplie, la somme de cinq francs. Elles donnèrent la somme respectable de 465 francs.

Des lettres furent adressées aux Sociétés de Secours mutuels dont le nombre dépasse à Angers 75, et leur générosité ajouta 101 francs au budget. Les Amicales d'Anciens élèves fournirent 245 francs. Le Conseil municipal accorda également une subvention de 100 francs. La Ligue de l'Enseignement souscrivit pour une somme semblable.

Enfin, et c'est là un point intéressant, les parents ont versé un droit d'inscription de 1 franc et ils ont été invités à collaborer, dans la mesure de leurs ressources, aux frais que nécessite le séjour de leurs enfants à la campagne. C'était une façon heureuse de développer l'idée de mutualité, si répandue aujourd'hui dans les milieux scolaires et dans les milieux ouvriers. Cette collaboration fournit une somme de 373 francs, y compris le droit d'inscription.

*Recrutement des enfants.* — Il fallut alors opérer le recrutement des enfants à envoyer en colonies. Pour y arriver on envoya aux journaux, aux instituteurs, et on fit afficher dans les deux dispensaires du Bureau de Bienfaisance, une circulaire où on indiquait les lieux, jours et heures d'inscriptions et toutes les autres conditions à remplir, telles que la déclaration de l'âge de l'enfant, le versement du droit d'inscription, la présentation de l'enfant à un examen médical, la composition du trousseau, etc., etc.

Six dimanches consécutifs, le bureau se réunit dans une salle de la Mairie pour y recevoir les enfants. Dix médecins dévoués, MM. Allanic, Canonne, Hodée, Lelièvre, A. Martin, Ch. Martin. Papin, Rivet, Roguet et Turlais voulurent bien se partager la besogne d'établir, pour chaque enfant, un bulletin médical contenant des renseignements sommaires sur l'hérédité de l'enfant, son état de santé antérieur et son état actuel et mesurer leur périmètre thoracique; le poids ne fut pris qu'à la veille du départ. Après leur examen, les médecins ont attribué, à chaque enfant, un classement différent et les ont placés dans trois catégories : 1° ceux qui avaient le plus urgent besoin de partir; 2° ceux dont la santé, relativement bonne, n'exigeait pas absolument la campagne; la troisième comprenait les enfants atteints de maladies contagieuses, générales ou locales, telles que la tuberculose et la pelade par exemple. L'œuvre espère pouvoir un jour envoyer quelques tuberculeux dans les sanatoria d'enfants.

Les renseignements pris le jour de l'inscription par les dames du

bureau et le médecin traitant sont consignés sur une fiche individuelle qui accompagne l'enfant. Ils seront complétés par ceux que l'on pourra recueillir sur la position des parents, leur moralité, etc., et, au retour de l'enfant, par la note du poids nouveau et du périmètre thoracique corrigé.

149 enfants sont ainsi venus se faire inscrire, accompagnés de leurs parents; 117 fréquentaient les écoles laïques et 32 les écoles congréganistes.

*Placement des enfants.* — Les enfants recrutés, il s'est agi de les placer à la campagne. Deux modes de placement sont employés dans ces œuvres ; le placement en commun dans des maisons ou des établissements prêtés gracieusement, loués ou achetés, et le placement familial chez des paysans, des instituteurs, des propriétaires, par unités ou par petits groupes de 2 à 6.

Le premier mode de placement était impossible. Il exige des frais considérables d'installation, de mobilier, de personnel chargé de la surveillance et de l'alimentation des enfants ; de plus, il est comme le prolongement de l'école et de l'internat.

Le second mode de placement ou placement familial coûte moins cher; il laisse à l'enfant plus de liberté, le met davantage en présence de la vie réelle. Il a aussi plus de souplesse et se prête mieux à la solution des cas multiples qui se présentent; c'est celui-là qui a été adopté.

Il semble difficile, au premier abord, de placer ainsi 123 enfants et d'exercer ensuite sur eux une surveillance active. Ces difficultés ne sont pourtant pas invincibles et, bien que le prix de pension ne soit pas très élevé, 0 fr. 75 par jour et par enfant, il n'est pas difficile de trouver des fermiers qui, recevant quatre enfants par exemple, ne voient pas sans plaisir leur budget quotidien s'augmenter de 3 francs. Il faut songer que le lait, les œufs, les légumes se trouvent à la ferme sans bourse délier, et c'est là le principal.

Il faut aussi trouver, dans chaque petite localité, une personne dévouée à l'œuvre et influente qui cherchera les nourriciers, groupera les enfants autour de sa demeure dans un rayon assez restreint, pour pouvoir exercer sur eux une surveillance effective pendant leur séjour.

Ces personnes se sont trouvées et on a pu faire ainsi un certain nombre de groupements d'une surveillance possible.

L'élasticité de ce mode de placement a permis aussi de faire un choix parmi les enfants de ceux pour lesquels un séjour au bord de

la mer était particulièrement indiqué. Un groupe marin de quinze enfants a été organisé à Préfailles.

Les enfants inscrits, les nourriciers choisis, la besogne n'est pas finie ; il faut trouver le moyen de faire parvenir les enfants chez leurs nourriciers sans que cela coûte trop cher à l'œuvre. Ceux qui ne vont pas dans un rayon trop éloigné de la ville ont été conduits dans des voitures prêtées généreusement par le directeur des Petites Voitures d'Angers et par M. Brard, pharmacien.

Pour ceux dont l'envoi nécessitait l'usage du chemin de fer, des demandes de réduction de tarif ont été adressées aux Compagnies pour les enfants et pour les personnes qui les accompagneraient. L'État a accordé une réduction de 50 o/o ainsi que la Compagnie de l'Ouest ; l'Orléans a fait la même faveur.

Toutes ces précautions étant prises, les heures de départ réglées, il reste à choisir les enfants qui peuvent partir, étant donnée la somme dont on dispose, à éliminer ceux dont la santé ou la position des parents se trouvent être un peu moins dignes d'intérêt.

Le placement se fera d'après certaines indications qui seront données par l'état de santé des enfants, le plus ou moins d'aisance, d'intelligence et de bonne volonté apparente des nourriciers. Il est évident, par exemple, que, si l'on a à placer une petite fille délicate et timide, on cherchera à la mettre chez des gens aisés et de culture suffisante pour qu'elle n'ait pas à souffrir de son éloignement ; on n'hésitera pas à confier un garçon bien portant et d'âge un peu avancé à des cultivateurs modestes et moins fortunés.

Que reste-t-il à faire maintenant ? Il faut réunir les enfants qui doivent partir, leur faire subir un second examen médical destiné à s'assurer qu'ils ne sont pas atteints d'une maladie contagieuse (fièvre éruptive, maladie cutanée, etc.).

Ils devront présenter leur trousseau de vacances dans un sac sur lequel sera inscrit leur nom, ainsi que le nom et l'adresse des parents nourriciers. Ce jour-là aussi doit être effectué le versement de la part contributive des parents.

*Œuvre accessoire des vestiaires.* — Mais ce jour-là aussi fonctionne l'œuvre, accessoire si l'on veut, mais indispensable des vestiaires. Il est bien entendu, en effet, que les enfants doivent avoir deux vêtements complets et en bon état, et en double également le linge de corps et les chaussures, sans compter un vêtement plus chaud pour les enfants qui vont au bord de la mer. Ils doivent être aussi munis des objets de toilette les plus indispensables. — Combien d'entre nos

colons ne sont pas assez riches pour avoir une telle garde-robe. Il faut donc, ce jour-là, compléter ce qui manque, remplacer par du neuf des pièces trop usées et qui, certainement, ne feraient pas un service d'un mois. Les dépenses occasionnées par cette partie de l'œuvre se sont élevées à 300 francs et il a été donné 72 paires de galoches, 54 paires d'espadrilles, 37 paires de bas et chaussettes, 11 jupons ou robes, 40 tabliers, 35 chemises.

Enfin, le lendemain, tout le monde part et, s'il fait un beau soleil, si, comme cela s'est fait à Angers, on réunit tous les départs dans la même matinée et dans le même lieu, on est déjà récompensé de sa peine. La joie rayonne sur tous ces jeunes visages, quelques-uns, hélas, si maigres et si anémiés. Tous se groupent autour de leur conductrice munie, comme eux, d'une cocarde différente pour chaque groupe. J'en ai vu embrasser les mains des dames du Comité et oublier, dans leur joie de partir, d'embrasser leurs parents légèrement attendris qui les avaient amenés. Déjà des lettres à grosse écriture, émaillées de plus d'une faute d'orthographe mais touchantes dans leur naïve reconnaissance, parviennent aux dames du Comité et les récompensent de leur zèle.

Elles n'ont d'ailleurs rien oublié : elles ont donné à chaque enfant un ou deux timbres-poste pour qu'ils puissent donner de leurs nouvelles à leurs parents ; elles ont fait photographier les groupes au départ et, à leur retour, une belle carte postale illustrée leur rappellera ces joyeuses et saines vacances. Enfin elles se sont mises à l'abri des risques de responsabilité qu'elles pourraient encourir en cas d'accident survenu à un de leurs pupilles en souscrivant une police collective à une Compagnie d'assurances.

L'œuvre n'abandonnera pas non plus ses enfants pendant leur séjour là-bas. Outre les personnes qui se chargent de les surveiller, il sera fait des visites inopinées chez les parents nourriciers par les dames du Comité et, à la rentrée, les enfants seront ramenés par des dames conductrices. Ils seront pesés et mesurés par les mêmes médecins qui les ont examinés au départ.

Quels seront les résultats, ou du moins quels sont ceux que l'on peut espérer ? L'expérience des autres, à défaut de la nôtre, est là pour nous l'apprendre : M. le Dr Mathieu, de Paris, a écrit : « Nous sommes heureux de constater les merveilleux résultats obtenus, le changement considérable survenu dans l'état de nos colons. Non seulement le temps passé à la campagne est profitable à leur développement physique, mais encore il contribue à améliorer leur éducation intellectuelle et morale. » Dans une conférence présidée par

M. le Pr Brouardel, on a fait remarquer que, pour les enfants de 10 à 12 ans, le gain pendant un séjour d'un mois à la campagne était, en poids, de deux livres en moyenne et que le tour de poitrine augmentait de deux à trois centimètres et que, chose plus importante encore, après une chute insignifiante au moment du retour dans leur famille, le développement de ces enfants placés de nouveau dans le milieu scolaire, continuait à s'accroître toute l'année et se montrait très supérieur à celui de leurs camarades.

Voilà, Messieurs, ce qu'est l'Œuvre des Colonies de vacances. Vous en connaissez les grandes lignes et, si je vous ai exposé assez longuement toutes les opérations successives qui précèdent la mise en route des enfants, c'est pour provoquer vos utiles critiques et aussi pour éviter à ceux qui voudront suivre cet encourageant exemple bien des difficultés et bien des ennuis. — Puissent ces œuvres prospérer et contribuer, dans la mesure de leurs moyens d'action, au si souhaitable succès de la lutte contre la tuberculose en France.

---

## M. le Dr Ch. FAGUET

Ancien chef de clinique chirurgicale à l'Université de Bordeaux, chirurgien de l'Hôpital de Périgueux

### PSEUDO-COXALGIE PAR CORPS ÉTRANGER (FRAGMENT D'AIGUILLE); RADIOGRAPHIE, INTERVENTION CHIRURGICALE, GUÉRISON [617.581:617.146]

— *Séance du 8 août* —

L'observation suivante — que je crois unique — met en évidence, une fois de plus, ce qu'il y a de rigoureusement exact dans ces lignes de Louis, le célèbre secrétaire de l'Académie de chirurgie : « La science du *diagnostic* tient le premier rang entre toutes les parties de l'art et en est la plus utile et la plus difficile. »

L'importance de cette observation, aussi intellectuelle que physique, n'est plus à démontrer, et il est toujours utile de se rappeler la leçon d'ouverture du cours de clinique chirurgicale de La Charité, faite par M. le professeur S. Duplay, en 1890. « Il doit surtout être un *diagnostic anatomique* et arriver à localiser tout d'abord le

siège exact occupé par la lésion, ainsi qu'à déterminer les rapports de celle-ci avec les régions ou les organes voisins. Ce premier point acquis, il deviendra souvent facile d'établir la nature de la lésion par l'examen raisonné des signes physiques et fonctionnels.

Il ne suffit pas, en effet, pour arriver au diagnostic, de recueillir par les sens un certain nombre de renseignements; il faut encore savoir les coordonner et attribuer à chacun d'eux leur véritable valeur.

Le talent d'observation, qui permet de voir et de bien voir, la rectitude du jugement, d'autre part, qui donne l'appréciation exacte de ce qui a été constaté, sont donc des qualités indispensables pour le clinicien en quête du diagnostic. Ces qualités, que l'expérience peut fortifier et développer, ne s'acquièrent pas, lorsqu'on ne les possède pas tout d'abord, du moins dans une certaine mesure.

Mais cela ne suffit pas; il faut encore compléter les données acquises par la recherche du *diagnostic étiologique*, c'est-à-dire par l'étude des causes générales qui ont pu avoir une influence plus ou moins directe sur la genèse de la maladie, influence qui souvent s'exerce sur la marche de celle-ci et dont parfois il faudra tenir compte dans le choix des moyens de traitement (1). »

Il faut donc pour arriver au but, c'est-à-dire à un *diagnostic complet*, avoir recours à toutes les ressources de l'exploration clinique et ne négliger aucun des moyens propres à nous éclairer. Dans le cas relaté ci-dessous, le diagnostic symptomatique de coxalgie s'imposait; mais on verra que la radiographie nous a fourni les moyens de connaître l'étiologie précise des symptômes observés, ce qui a modifié le traitement et rendu un grand service à notre malade.

Voici cette observation :

Obs. — Le 22 septembre 1900, je reçus dans mon cabinet de consultation, Mlle B... qui m'était adressée par un de mes confrères de Nontron. Cette jeune fille, âgée de seize ans, ne présentait dans ses antécédents aucune tare héréditaire ou acquise : son père et sa mère sont en bonne santé; elle a une sœur qui n'a jamais été malade; elle-même n'a jamais consulté de médecin avant le début des accidents actuels qui remontent à cinq ou six semaines.

A cette époque, Mlle B... se plaignait de douleurs dans la hanche gauche, douleurs spontanées, nulles ou très peu accusées, mais très vives dans la marche et les mouvements. Peu de temps après on vit apparaître de la claudication et des signes de coxalgie : flexion légère de la cuisse

(1) S. Duplay, E. Rochard et A. Demoulin, *Manuel de diagnostic chirurgical*, Paris 1895, page 1.

sur le bassin, abduction et rotation du membre en dehors, etc. Toutefois, ces symptômes évoluèrent sans altération de l'état général et sans atrophie musculaire.

La jeune malade me fut présentée à ce moment-là et, après un examen attentif, je n'eus pas de peine à reconnaître qu'elle présentait en effet les symptômes du début d'une coxalgie de la hanche gauche. Le diagnostic étiologique restait incertain, parce que les accidents constatés ne paraissaient se rattacher ni à la tuberculose, ni à l'hystérie, dont on ne trouvait aucune trace dans le passé ni dans le présent. C'est alors que je jugeai nécessaire de faire faire une radiographie avant de prendre une détermination : elle fut exécutée, sur mes indications, par M. Dorsène, de Périgueux. L'épreuve très nette qui me fut remise et que je fais passer sous les yeux de mes collègues du Congrès, révéla la présence d'un fragment d'aiguille à coudre — la pointe — au niveau de l'articulation coxo-fémorale gauche, région externe. Ce corps étranger — comme on le voit — se trouvait placé tout à fait au contact de l'articulation, par conséquent dans la couche musculaire profonde ; sa présence en ce point paraissait expliquer tous les symptômes, d'une façon d'autant plus satisfaisante que la radiographie ne révélait aucune autre lésion.

Mlle B... se souvint alors que, cinq à six semaines auparavant, précisément quelques jours avant l'apparition des premières douleurs, elle s'était assise un jour, par mégarde, sur un ouvrage de broderie et s'était sentie piquée dans la région postéro-supérieure de la cuisse gauche. La douleur ayant été peu intense, elle ne regarda même pas le point lésé et n'y ajouta aucune importance; cependant, elle s'aperçut qu'une aiguille de son ouvrage était brisée et elle n'en retrouva qu'une partie, — celle adhérente au chas.

Il était dès lors facile par les commémoratifs, l'ensemble des symptômes et la présence du corps étranger révélé par la radiographie, de faire le diagnostic étiologique et d'affirmer qu'on se trouvait en présence d'une pseudo-coxalgie produite par le fragment d'aiguille. Ce fait nouveau imposait une thérapeutique spéciale ; au lieu de proposer l'immobilisation dans une gouttière — comme on y avait songé avec raison en apparence — il fallait, tout d'abord, enlever ce corps étranger. L'intervention chirurgicale fut acceptée immédiatement ; elle fut pratiquée le lendemain matin, 23 septembre, avec l'assistance de MM. les docteurs Montané (de Périgueux) et Sarthe (de Thiviers), sous le chloroforme.

*Opération.* — La malade est couchée sur le côté droit et, après toutes les précautions antiseptiques d'usage, je pratique sur la région postéro-externe de la région fessière une incision de dix à douze centimètres de longueur, parallèle aux fibres musculaires du grand fessier. Les fibres de ce muscle sont dissociées à l'aide de la sonde cannelée et des doigts et non sectionnées, ce qui permet d'éviter d'une façon absolue la présence du sang. Les deux portions du muscle ainsi divisé dans toute son épaisseur sont écartées et il est facile d'explorer la couche celluleuse qui le sépare des muscles sous-jacents (moyen fessier et pyramidal).

Au cours de ce temps opératoire, je touche l'une des extrémités de l'aiguille, qui paraît fixée perpendiculairement dans les fibres du muscle pyramidal; aussitôt senti, le fragment d'aiguille fut extrait sans diffi-

cultés avec une pince à forcipressure : il représentait exactement le corps indiqué sur la radiographie.

Aucun vaisseau n'ayant été lésé, l'hémostase se trouvant parfaite sans qu'il ait été nécessaire de faire une seule ligature, la plaie fut suturée avec des crins de Florence. Tous les symptômes observés disparurent immédiatement, la plaie se réunit par première intention et, dix jours après l'opération, M[lle] B... pouvait marcher comme par le passé; depuis cette époque, — trois ans — sa santé s'est maintenue parfaite.

*Réflexions.* — Cette observation constitue un fait clinique très instructif à divers points de vue :

1° Elle démontre — bien qu'il soit superflu de le répéter — qu'on doit toujours chercher à arriver à faire un diagnostic complet et ne pas se contenter d'un diagnostic symptomatique, forcément incomplet;

2° Les indications thérapeutiques, rationnelles en apparence sont souvent erronées en réalité et peuvent être préjudiciables à la santé du malade, si on se contente d'un diagnostic symptomatique;

3° Le terme « Coxalgie » est un mot qui doit servir à désigner exclusivement un ensemble de symptômes, — un syndrome — et non une entité morbide étiologiquement caractérisée, comme on a une fâcheuse tendance à le croire.

---


## M. Pierre LESAGE

Maitre de conférences à la Faculté des Sciences
Professeur suppléant à l'École de Médecine et de Pharmacie de Rennes


### NOUVEAU MODÈLE DE L'HYGROMÈTRE RESPIRATOIRE DU DOCTEUR PIERRE LESAGE. EMPLOI EN MÉDECINE [612.25]

— *Séance du 8 août* —

On a les moyens de mesurer la tension de la vapeur d'eau dans l'air d'une salle en y plaçant une lame brillante dont on peut faire varier et mesurer à chaque instant la température. En effet, supposons que la lame ait la même température que l'air et que celui-ci ne soit pas saturé; dans ces conditions, la lame reste brillante; alors il suffit d'abaisser progressivement la température de cette lame jusqu'au moment où un léger nuage en ternit la surface; à ce moment,

la température de la lame est celle pour laquelle est maxima la tension actuelle de la vapeur d'eau dans l'air considéré; en se reportant aux tables des forces élastiques maxima de la vapeur d'eau, on trouve, en face de la température observée, la valeur de la tension cherchée.

Supposons que la lame ait une température plus basse que celle de l'air et qu'elle soit recouverte de buée; dans ces conditions nouvelles, on en élève progressivement la température, jusqu'au moment où cette buée disparaît; à ce moment, la température de la lame donnera encore la tension cherchée.

Dans la pratique, on fait les deux opérations inverses et on prend la moyenne des températures observées pour obtenir une valeur plus exacte de la tension.

C'est là le principe des hygromètres à condensation ordinaires avec lesquels on observe facilement la formation de la buée et dont on abaisse la température par l'évaporation de l'éther.

Si on veut mesurer la tension de la vapeur d'eau dans l'air des voies respiratoires en y plaçant un hygromètre à condensation, on se trouve en présence de deux difficultés principales qui tiennent à la conformation et aux dimensions de ces voies :

Difficulté dans l'observation du début de la buée qui révèle la condensation de la vapeur d'eau;

Difficulté dans l'application des moyens de faire varier la température de la lame brillante.

En effet, d'une part, la paroi de ces voies n'étant pas transparente, il est difficile, sinon impossible, de voir directement l'apparition et la disparition de la buée; d'autre part, on ne peut plus employer l'évaporation de l'éther pour faire varier convenablement la température de la lame brillante.

Voici ce que j'ai imaginé pour tourner ces difficultés :

En premier lieu, j'ai prolongé vers l'extérieur la paroi des voies respiratoires, à l'aide d'une paroi en verre, transparente par conséquent, et à laquelle on peut donner, avec un courant d'eau chaude, la température du corps humain pour éviter les condensations préalables.

En second lieu, j'ai construit une lame brillante représentée par un tube de cuivre argenté extérieurement, placé à l'intérieur de la partie précédente et dans lequel on fait arriver de l'eau chaude ou de l'eau froide, pour hausser ou baisser convenablement la température dont on suit les variations avec un thermomètre.

Tel est le principe des modifications apportées à l'hygromètre à condensateur ordinaire pour en faire l'hygromètre respiratoire. Voyons cet hygromètre.

J'ai construit successivement trois modèles que j'ai modifiés en recherchant la meilleure disposition pour établir le mieux possible la continuité entre les voies respiratoires et l'appareil et pour éviter les condensations préalables dans la région qui établit cette continuité.

J'ai décrit le n° 1 en 1899 (1); il présentait plusieurs inconvénients parmi lesquels j'en citerai deux : celui de ne pas assurer complètement la continuité des voies respiratoires lors de l'expiration par le

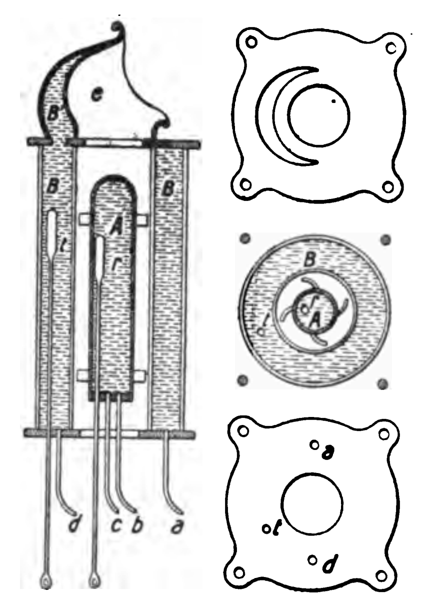



Fig. 1.

nez; celui d'être tenu à la main et de présenter une instabilité très gênante.

Le n° 2 a été le sujet d'une note à l'Académie des Sciences en mai 1903 (2); les deux inconvénients que je viens de signaler pour le

(1) Pierre Lesage, *De la possibilité de quelques mycoses dans la cavité respiratoire, basée sur l'hygrométrie de cette cavité* (Thèse de la Fac. de Méd. de Paris, octobre 1899).

(2) Pierre Lesage, *Un hygromètre respiratoire* (C. R. de l'Ac. des Sciences, 4 mai 1903).

n° 1 y sont évités, au moins en partie, par l'emploi d'un capuchon en verre et par la fixation de l'appareil sur un bâti très stable.

Enfin, le n° 3 diffère du n° 2 par des détails assez nombreux; il a été présenté à l'Académie de Médecine le 23 juin 1903 (1), mais sa description n'a pas été publiée. C'est cette description que je me propose de faire rapidement.

Il comprend :

Une pièce principale;

Un bâti sur lequel elle est fixée;

Deux cuves en zinc, l'une à eau chaude, l'autre à eau froide, et reliées par des tubes de caoutchouc à la pièce principale :

Voyons cette dernière avec quelques détails.

D'après le principe qui en a été donné, elle est formée de deux parties principales :

1° Un ensemble transparent destiné à prolonger les voies respiratoires et dans lequel on introduit l'hygromètre;

2° L'hygromètre proprement dit.

I. — La première partie est un cylindre creux, à double paroi. formant une cavité annulaire B, limitée latéralement par deux manchons de verre d'inégal diamètre, mais d'égale longueur; en haut et en bas, par deux plaques de cuivre.

Ces deux plaques, percées à leur centre d'un trou dont le diamètre est un peu inférieur au diamètre du plus petit manchon de verre. sont arrondies et munies de quatre oreillettes perforées. Elles remplacent, dans le modèle n° 3, les bouchons de liège annulaires, des modèles n° 1 et n° 2 et servent à assembler les manchons de verre à l'aide d'écrous se vissant sur quatre tiges métalliques passées dans les oreillettes. Comme elles sont doublées d'une épaisse lame de caoutchouc, on peut les rapprocher suffisamment pour assurer une fermeture hermétique de la cavité B.

En outre, la plaque inférieure présente trois trous : deux pour le passage des tubes *a* et *d*, par lesquels on fait arriver l'eau chaude ou l'eau froide des cuves; le troisième, pour recevoir un thermomètre *t*. La plaque supérieure est percée d'une ouverture en quartier de lune par laquelle la cavité B communique avec la cavité périphérique B' du capuchon *e*.

Ce capuchon reçoit le nez et établit, autant que possible, la conti-

(1) Pierre Lesage, *Présentation d'appareil pour mesurer la tension de la vapeur d'eau* (Bull. de l'Ac. de Méd., 23 juin 1903).

nuité des voies respiratoires avec le cylindre creux ; il est formé par deux lames métalliques convenablement moulées, soudées sur la plaque de cuivre supérieure et l'une à l'autre pour limiter la cavité périphérique B' destinée à recevoir de l'eau chaude afin d'éviter les condensations préalables. Dans le modèle n° 2, ce capuchon était formé par une seule lame de verre, celle du manchon de verre intérieur remaniée au chalumeau dans sa partie supérieure. De ce côté, le n° 3 réalise deux avantages sur le n° 2 : celui du meilleur fonctionnement de l'appareil et celui d'une plus grande facilité de fabrication.

Cette première partie peut se fixer par les prolongements inférieurs des tiges d'assemblage, à l'aide d'écrous, sur la plate-forme d'un bâti en bois.

II. — La deuxième partie est l'hygromètre proprement dit. C'est un cylindre de cuivre A, creux, à paroi mince, argenté et bruni extérieurement ; sa partie supérieure est complètement fermée ; sa partie inférieure est percée de trois trous : deux recevant les tubes *b* et *c*, par lesquels on fait arriver l'eau chaude et l'eau froide des cuves, le troisième donnant passage au thermomètre *r*.

Cet hygromètre est introduit, par le bas, dans la cavité du manchon de verre interne. Il y est maintenu horizontalement et verticalement par huit ailettes minces, faisant ressort, soudées en deux groupes sur la longueur de A et par une petite barre transversale glissée dans des boucles convenablement soudées aux tubes *b* et *c*, *a* et *d*.

Pour achever cette description rapide et préciser les rapports des pièces de tout l'appareil, il me suffit de dire que les tubes *a* et *b* sont reliés à la cuve à eau chaude, les tubes *c* et *d* à la cuve à eau froide, à l'aide de tubes de caoutchouc munis de robinets.

Quand l'ensemble est rempli d'eau, en plaçant les cuves à des niveaux différents convenables et maniant les robinets d'une manière concordante, on peut faire passer, soit dans A, soit dans B et B', un courant d'eau chaude pour en élever la température, ou un courant d'eau froide pour l'abaisser.

Pour mesurer, avec cet hygromètre, la tension de vapeur d'eau dans l'air expiré, on peut se trouver dans deux cas :

1° Une seule personne fait fonction d'opérateur et de sujet en observant ce qui se passe dans sa propre respiration ;

2° Il y a deux personnes faisant fonction, l'une d'opérateur, l'autre de sujet.

Supposons le premier cas, celui dans lequel je me suis trouvé le plus souvent.

On donne à B et B' la température 38° ou 40°, on introduit le nez dans le capuchon *e*, on respire et on regarde l'image du tube argenté A dans un miroir tenu à la main ou fixé sur un support convenablement placé. Si la température de A est suffisamment basse, on voit un nuage se former dans l'expiration et disparaître dans l'inspiration; en maniant convenablement cuves et robinets, on élève progressivement la température de A jusqu'au moment où le nuage ne se forme plus dans l'expiration. On note la température donnée par le thermomètre *r*. En faisant la manœuvre inverse, on abaisse la température jusqu'au moment où le nuage réapparaît et on lit, à nouveau, la température de *r*. On obtient ainsi deux valeurs dont on prend la moyenne; cette moyenne est la température pour laquelle est maxima la tension actuelle cherchée de la vapeur d'eau dans l'air expiré. On trouve cette tension dans les tables des forces élastiques maxima.

Dans le second cas, le miroir devient inutile; l'opérateur manœuvre les cuves, les robinets et observe directement le tube A; le sujet met son nez dans le capuchon *e* et n'a qu'à respirer sans autre préoccupation.

A quoi peut servir cet instrument?

Personnellement, j'en ai tiré des indications qui me paraissent très précieuses et que ne pouvaient me fournir les livres de physiologie. En effet, on lit couramment que l'air expiré sort saturé de vapeur d'eau à sa température, ou encore, saturé à 34°. Or, en fractionnant l'air d'une expiration normale, en comparant l'air expiré normalement à l'air d'une expiration forcée, etc., j'ai pu me convaincre que les différentes tranches de l'air qui est expulsé dans l'expiration sont chargées de vapeur dont la tension n'est point la même et augmente de la première tranche expulsée à la dernière. Ceci précise et limite le rôle de mon hygromètre : par le mode d'emploi indiqué, celui-ci ne mesure que la plus haute tension dans la portion d'air explorée.

En outre, j'ai pu constater que la tension de la vapeur d'eau dans l'air expiré varie d'une manière appréciable quand on fait varier l'humidité de l'air inspiré (1). C'est ce qui m'a amené à penser d'abord et à vérifier ensuite, sur des oiseaux, que les variations

(1) Pierre Lesage, *Un hygromètre respiratoire* (C. R. Ac. des Sc., mai 1903).

d'humidité de l'air extérieur peuvent déterminer des variations d'humidité de l'air des voies respiratoires suffisantes pour y influencer la germination de spores introduites dans ces voies et, comme conséquence, l'établissement de mycoses (1).

Enfin, en mesurant la tension de la vapeur d'eau dans l'air expiré normalement d'un même sujet au repos et en pleine activité, je l'ai trouvée sensiblement plus élevée dans le second cas que dans le premier.

Ces indications sont donc précieuses à plusieurs points de vue. Elles intéressent les physiologistes et les médecins, qui devront tenir un plus grand compte de l'hygrométrie des voies respiratoires ; les physiologistes qui ne considéreront plus l'air expiré comme saturé de vapeur d'eau à sa température ou saturé à 34° et qui, peut-être, seront tentés de rechercher les variations de la tension de la vapeur d'eau dans l'air expiré d'un même sujet à des états très différents, afin d'en tirer des conclusions utiles ; les médecins qui ne trouveront plus paradoxal qu'on puisse supposer que des spores ne germent pas ou germent plus lentement dans les voies respiratoires que dans l'air saturé, parce qu'elles y rencontrent de la vapeur d'eau en quantité un peu trop faible, et qui voudront s'arrêter à la considération du régime hygrométrique dans l'étude des affections des voies respiratoires.

En ce qui concerne ce régime, il est un emploi que l'on pourrait faire de l'hygromètre respiratoire et que je me permets de signaler en terminant.

Nous venons de voir que, chez l'homme sain, la tension de la vapeur d'eau dans l'air expiré varie avec l'état du sujet; tout me porte à croire qu'il en est de même chez l'homme malade. De plus, j'ai entendu dire quelquefois que la quantité de vapeur d'eau émise dans la respiration par certains malades peut devenir assez considérable. N'y aurait-il pas intérêt à apprécier cette quantité ou ces variations pour suivre l'aggravation ou l'amélioration de l'état pathologique. Malheureusement, nous ne possédons pas de méthode qui permette de mesurer rapidement ces variations et nous ne pouvons les suivre.

Avec l'hygromètre respiratoire, on obtient, dans quelques minutes, une mesure moyenne de la plus haute tension de la vapeur d'eau dans l'air expiré normalement; ne serait-il pas possible de répéter cette opération plusieurs fois par jour, d'obtenir, de cette manière,

(1) Pierre Lesage, *Germination des spores de steregmatocystis nigra dans la trachée de quelques oiseaux* (C. R. de l'Ac. des Sc., 20 octobre 1902).

la marche de la transpiration pulmonaire et, par là, celle de la maladie?

Je livre à ceux qu'elle intéresse cette idée, que je ne puis poursuivre parce qu'elle m'éloigne trop de mes études ordinaires sur la physiologie végétale, et je souhaite qu'elle devienne féconde. Je serai le premier à applaudir aux succès de ceux qui l'auront victorieusement exploitée pour le plus grand bien de l'homme.

---

## M. le Dr A. DARIER

Ancien Président de la Société d'Ophtalmologie de Paris

---

### IMPORTANCE DE LA THÉRAPEUTIQUE LOCALE DANS LES DIFFÉRENTES MALADIES OCULAIRES [615:617.7]

---

— *Séance du 8 août* —

Plus nous avançons, plus nous devenons précis, plus nous cherchons à appliquer le remède à l'organe malade lui-même, en limitant, autant que possible, la lutte du médicament contre l'agent pathogène ou le foyer infectieux lui-même.

La chose est facile quand la cause du mal est accessible et que sa destruction est possible sans nuire à l'organe malade. Mais, le plus souvent et pour l'œil surtout, il faut nous contenter de rendre le milieu ambiant impropre à la vie de l'élément pathogène, en irriguant le territoire lymphatique circonvoisin avec tel antiseptique que nous savons le plus funeste à l'ennemi que nous combattons.

Beaucoup d'affections du globe oculaire peuvent être traitées ainsi localement, soit en injectant le médicament dans l'œil lui-même, comme l'a fait le premier M. Abadie, soit en injectant simplement le médicament sous la conjonctive, comme nous le recommandons depuis tantôt 15 ans.

Les injections intra-oculaires ont leurs indications spéciales, elles s'adressent à ces cas très graves où tout peut être tenté pour sauver un œil que l'on croit absolument perdu. Elles ont malheureusement quelquefois des conséquences sérieuses qui font qu'on hésite à les appliquer couramment.

Il n'en est pas de même avec les injections sous-conjonctivales qui

ne peuvent avoir qu'une douleur un peu vive comme complication, sans jamais entraîner la perte de la vision. *Elles agissent en irriguant les espaces lymphatiques oculaires avec telle solution médicamenteuse qui sera indiquée par la nature même du processus morbide à combattre.*

La thérapeutique locale que nous poursuivons depuis des années déjà (1) n'est pas basée seulement sur l'empirisme ; elle repose sur des lois anatomiques et physiologiques très importantes, ainsi que nous l'avons déjà fait ressortir dans une communication à la Société d'Ophtalmologie de Paris, en 1892. Nous insisterons encore ici sur quelques points.

La thérapeutique locale est à l'ordre du jour, non seulement en ophtalmologie, mais dans toutes les branches de la médecine. Toutes les fois qu'il est possible d'atteindre au foyer morbide, le chirurgien réclame sa grosse part d'une quantité d'affections considérées autrefois comme étant du domaine médical.

En dermatologie, plus que partout, la thérapeutique locale s'impose de plus en plus et les grandes doctrines diathésiques sont peu à peu dépouillées de beaucoup de leurs attributs, au bénéfice des infections locales, relevant par conséquent surtout des médications topiques.

Même les affections dépendant d'une maladie générale, telle que la syphilis, la tuberculose, le rhumatisme, ont, à côté de leurs indications générales, des indications locales de première importance.

Si des manifestations morbides se présentent à la fois sur différents organes, c'est le traitement général qui est de première indication. Si, au contraire, les accidents sont absolument localisés en un seul point, les applications locales devront s'imposer.

Cette loi peut s'appliquer d'autant mieux aux maladies oculaires que souvent celles-ci se manifestent comme unique phénomène que notre routine nous fait parfois rattacher à un état général diathésique, plus ou moins problématique, parce que nous n'en connaissons pas la pathogénie propre.

L'idée qui nous a toujours guidé dans nos recherches est la suivante : « *Une infection primaire ou secondaire se localisant dans un organe aussi important que l'œil, il est de première nécessité d'enrayer sur place, si possible, le processus infectieux* », sans jamais pour cela perdre de vue les indications générales. Quand la chose est faisable chirurgicalement, par le fer ou par le feu,

(1) A. Darier. De la lanoline hydrargyrique en thérapeutique oculaire. *Bull. de la Soc. d'Opht. de Paris*, 1888.

le but est vite atteint ; mais, si les lésions ne sont pas superficielles ou intéressent des tissus qu'il est important de respecter, quels sont les moyens locaux qui nous restent ?

Les instillations de sublimé dans le sac conjonctival, pratiquées par Scarpa, ont été remises en honneur récemment par Gallenga (1) qui a obtenu, par ce moyen, quatre guérisons d'ophtalmie sympathique.

Injecter l'agent antiseptique dans le foyer infectieux lui-même ou dans ses alentours immédiats, de façon à irriguer, à aseptiser tout le territoire lymphatique dans lequel s'est cantonné le processus morbide, tel nous paraît devoir être le but de la thérapeutique de toutes les maladies infectieuses bien localisées.

*L'œil est dans des conditions admirables pour se prêter à cette thérapeutique locale, par la disposition même de son système lymphatique,* constitué par des espaces communiquant tous intimement entre eux.

Il est bien connu que l'atropine, instillée même en solution très diluée dans le sac conjonctival, est résorbée par les lymphatiques oculaires et pénètre dans le liquide de la chambre antérieure. On peut, en effet, en instillant quelques gouttes de cette humeur aqueuse sur l'œil d'un autre animal, provoquer de la mydriase.

Pflueger a fait aussi la preuve de l'absorption locale, en injectant sous la conjonctive une solution de fluorescéine, matière colorante d'une diffusibilité très grande. Il a pu observer que, non seulement l'humeur aqueuse se colorait, mais la cornée elle-même et le cristallin aussi.

Bellarminoff, par de simples instillations conjonctivales, est arrivé également à colorer l'humeur aqueuse avec de la fluorescéine (2).

Mais on a objecté que les sels de mercure formant avec les albuminoïdes de l'organisme des composés insolubles ne pouvaient pas parvenir jusque dans les milieux oculaires. Pour le prouver, on a fait des injections sous-conjonctivales de sublimé ou de cyanure d'hydrargyre chez le lapin et quelques heures après on n'a pas pu trouver trace de mercure dans l'humeur aqueuse.

Mais la recherche d'une réaction mercurielle dans une solution aussi diluée qu'elle doit l'être dans l'humeur aqueuse est chose

(1) C. Gallenga. *Atti reale Academia di medicina di Torino.* 1887,

(2) Von Hippel a même usé de ce moyen pour colorer la membrane de Descemet quand elle présente des altérations de son épithélium.

Nous savons aussi qu'une injection sous-conjonctivale d'eau oxygénée provoque l'apparition dans la chambre antérieure et entre les lames de la cornée de bulles de gaz oxygène

encore au-dessus des forces de nos chimistes et micrographes actuels.

Il en est de même pour l'atropine, qu'on ne pourrait déceler dans l'humeur aqueuse par ses réactions chimiques, mais dont on peut constater l'évidence par sa réaction physiologique comme mydriatique.

Pour la fluorescéine, son pouvoir colorant de diffusibilité est si grand et son pouvoir colorant est si intense, qu'il suffira d'une parcelle infinitésimale pour provoquer la coloration de l'humeur aqueuse.

Pour le mercure, la réaction chimique est impossible au-dessous de 1/100.000; mais qui pourra jamais nous dire quelle fraction de millionième suffit pour amener une réaction physiologique, thérapeutique, sur les tissus oculaires.

Ne savons-nous pas que des gommes de l'iris fondent rapidement sous l'influence des frictions mercurielles ou des injections hypodermiques, ou intraveineuses. Eh bien! est-il jamais venu à l'idée d'aucun clinicien d'aller, quand la gomme disparaît, chercher si l'humeur aqueuse contient une quantité pondérable de mercure?

Quand cette réaction aura été faite par ces expérimentateurs, si sévères dans leurs observations sur le lapin, j'attacherai une valeur à leurs négations.

Or, jamais des faits négatifs n'ont pu infirmer des faits positifs bien et dûment observés.

Que diraient ces contradicteurs s'ils se trouvaient en présence d'un cas de ce genre : gomme de l'iris, de la grosseur d'un grain de blé; trois injections sous-conjonctivales de deux gouttes d'une solution de sublimé au millième amènent une fonte complète de la gomme en six jours; aucun autre traitement n'avait été appliqué.

N'est-ce pas là une observation clinique qui vaut cent expériences négatives faites sur le lapin?

Et ce fait n'est pas le seul; j'ai observé de nombreux cas de ce genre, dont le dernier il y a un mois seulement. C'est au point que je suis arrivé à considérer ce traitement comme dangereux, par ce fait que, très souvent, le malade, si vite guéri de son accident local, cesse tout traitement, alors qu'il serait urgent de faire une cure mercurielle prolongée pour prévenir des accidents ultérieurs.

Mieux encore : lorsque M. Mellinger publia ses premières critiques sur les injections sous-conjonctivales de sels mercuriels, prétendant que le chlorure de sodium agissait aussi bien que le sublimé, un syphilitique vint se présenter à moi avec des foyers de choriorétinite

l'attribuer à une médication générale quelconque une influence primordiale, l'infection la plus simple du globe oculaire lui-même est celle produite par une érosion cornéenne infectée.

La forme la plus ordinaire est l'ulcère infectieux de la cornée. Dans nombre de cas que nous avons observés, nous avons toujours constaté que les injections sous-conjonctivales de Cn Hg, pratiquées pendant plusieurs jours, tout autour de la cornée, produisent l'antisepsie la plus sûre et la plus efficace. Et ce n'est pas le fait de notre seule expérience; Secondi (1) (de Turin), Dufour (2) (de Lausanne), Van Moll (3) (de Rotterdam), Gepner (4) (de Varsovie), et tant d'autres ont obtenu par le même moyen des résultats admirables. Nous étudierons plus loin l'action du Na Cl...

*Avec le galvano-cautère et les injections sous-conjonctivales de Cn Hg ou de Na Cl, tout ulcère infectieux de la cornée, pris à temps, sera promptement guéri*, ce qui n'était pas le cas par les traitements anciens.

Ce que nous avons dit pour l'infection traumatique tardive est encore plus vrai pour les blessures septiques de l'œil, où le phlegmon oculaire est imminent.

Si la suppuration n'a pas encore gagné les parties profondes de l'œil, les injections sous-conjonctivales de cyanure de mercure, pratiquées *larga manu* et coup sur coup, permettront souvent d'éviter l'énucléation.

Si nous envisageons les maladies essentielles des membranes profondes de l'œil : iridochoroïdites, rétinites, névrites, etc., nous serons surpris de voir que, même dans ces affections profondes, dont l'étiologie est souvent fort obscure et où la syphilis, le rhumatisme et les auto-intoxications les plus variées jouent un rôle important, les injections sous-conjonctivales ont, dans beaucoup de cas, donné des résultats que l'on peut sans crainte appeler surprenants.

Aussi avons-nous été heureux d'entendre, dans un des derniers Congrès d'ophtalmologie, M. le professeur Pflueger (de Berne) confirmer notre dire, en déclarant que, lui aussi, *il avait constaté que les injections sous-conjonctivales avaient une action, pour ainsi dire, élective sur la choroïde.*

Nous avons relaté de nombreuses observations de choroïdites, où

(1) SECONDI. *Giorn. della R. Acad. di Med. di Torino*, 1889.
(2) DUFOUR. *Bull. de la Soc. franç. d'Opht.*, 1892.
(3) VAN MOLL. *Klin. Monats. f. Augenheilk.*, 1892.
(4) GEPNER. *Centrallbl. f. pract. Augenheilk.*, 1892.

le traitement s'est montré efficace, alors que tous les autres traitements généraux avaient échoué, avaient épuisé leur effet (1).

Dans les choriorétinites centrales ou choroïdites récentes et pas trop profondes, on peut étudier, pour ainsi dire mathématiquement, l'action vraiment remarquable des injections sous-conjonctivales. En effet, les échelles métriques nous permettent de contrôler exactement l'amélioration progressive de l'acuité visuelle; d'un autre côté l'ophtalmoscope nous montre avec précision comment évolue et rétrograde la lésion anatomique.

Nous sommes heureux d'avoir été les premiers à établir ce fait d'une manière indiscutable, car nous l'avions prévu théoriquement. Physiologiquement, la chose est *facilement explicable, par la communication intime qui existe entre les espaces lymphatiques choroïdiens et les espaces sous-conjonctivaux ou ténoniens.*

Nous croyons qu'il doit en être de même pour les maladies du nerf optique ; mais des considérations anatomiques, qu'il serait trop long d'exposer ici, nous préviennent qu'on ne peut espérer la restitution *ad integrum* quand un certain nombre de fibres nerveuses ont été atrophiées. On ne pourra donc attendre un effet thérapeutique certain, que dans les cas où les fibres optiques ont été seulement comprimées ou parésiées momentanément; *en un mot on ne pourra espérer une guérison que dans les cas où le processus inflammatoire infectieux sera de date récente, ou alors, quand il aura terminé son évolution progressive sans avoir entraîné l'atrophie complète...*

Nos recherches sur ce sujet ont été très longues et très pénibles. Après une série de succès que nous avons obtenus dans certains cas de névrites rétrobulbaires infectieuses, nous avons recherché ce que l'on pourrait obtenir dans les différentes atrophies des nerfs optiques.

Dans les atrophies grises, tabétiques, les résultats ont été nuls. Dans les atrophies blanches, suites d'anciens processus inflammatoires, quelquefois il nous est arrivé d'améliorer légèrement la vision mais seulement dans une très faible mesure. Dans les névrites optiques, symptomatiques d'une affection intra-crânienne grave, l'effet des injections sous-conjonctivales de sublimé a été parfois très

(1) DARIER. Des injections sous-conjonctivales dans les maladies du nerf optique. *Soc. d'Opht. de Paris*, 1892.

(2) GROSSMANN (de Buda-Pest) rapporte deux cas de névrite rétrobulbaire guéris par les injections sous-conjonctivales de sublimé. *Allg. Med. Zeit.*, 1894.

(3) DARIER. Névrite rétrobulbaire a frigore. *La Clinique Ophtalmologique*, avril 1896.

manifeste mais presque toujours éphémère. Il eût fallu pouvoir supprimer la cause du mal pour en détruire l'effet.

Pour terminer la série des indications des injections sous-conjonctivales, il nous reste à parler des maladies de l'iris et du corps ciliaire.

Nous avons vu que, dans les infections ectogènes traumatiques, caractérisées par de l'iritis, de l'irido-cyclite et même de l'irichoroïdite, les effets obtenus par la thérapeutique locale étaient supérieurs à tout ce qu'avait pu nous offrir jusqu'à ce jour la thérapeutique générale de ces affections.

Nous n'oserions pas dire qu'il en sera de même dans toutes les infections d'origine endogène, relevant d'une diathèse ou plutôt d'une maladie infectieuse générale, telle que la syphilis, la tuberculose, le rhumatisme, etc., ou d'une infection répercutée ou métastatique comme dans la blennorragie, dans certaines métrites, etc...

Nos études sur ce point délicat sont loin d'être terminées; mais nous pouvons déjà affirmer que, dans nombre de ces affections, les injections sous-conjonctivales, si elles ne constituent pas, à elles seules, un traitement complet, sont le plus souvent un auxiliaire précieux de la thérapeutique générale.

Dans les diverses manifestations de la syphilis sur l'iris et le corps ciliaire, on serait en droit d'attendre des merveilles des injections sous-conjonctivales de sublimé.

Plusieurs iritis gommeuses, que nous avons traitées par ce moyen, ont guéri avec une grande rapidité; il en a été de même de certaines iridochoroïdites anciennes ayant résisté à un traitement général longtemps prolongé; mais pour l'iritis syphilitique aiguë franche et violente, nous devons reconnaître que le traitement général est de première indication.

Nous croyons, du reste, qu'il en est de même pour tous les processus inflammatoires aigus violents de l'iritis et du corps ciliaire, quelle que soit leur étiologie : syphilitique rhumatismale ou autre.

Une observation clinique prolongée des faits de ce genre venant contrecarrer nos premières idées nous a amené à la conclusion que les injections sous-conjonctivales étaient contre-indiquées, momentanément du moins toutes les fois qu'une stase circulatoire rendait difficile ou impossible l'absorption du médicament par les voies lymphatiques obstruées. Le cyanure de mercure injecté sous la conjonctive jouerait alors le rôle de corps irritant plus nuisible qu'utile, causant de vives douleurs ou un chémosis intense.

Cette importante contre-indication une fois établie, nous avons pu

fréquemment constater qu'en suivant avec soin les indications cliniques et en choisissant le moment opportun, on pouvait, non seulement éviter les ennuis ci-dessus, mais encore obtenir des résultats très favorables.

***

M. le professeur Bouchard, au dernier congrès du Caire, a fait une communication du plus grand intérêt sur l'importance de la thérapeutique locale, même dans les maladies générales, quand elles ont une tendance à se localiser. Il a obtenu, par des injections périarticulaires de salicylate de soude, des guérisons remarquables de rhumatisme localisés à une ou plusieurs articulations. Par des injections locales d'iodure de potassium, il est également parvenu à faire disparaître des gommes volumineuses ayant résisté au traitement général.

Depuis, la thérapeutique locale a fait de nouveaux adeptes et nombreux sont ceux qui en comprennent l'importance.

La photo-thérapie et la radio-thérapie nous montrent enfin toute la puissance des applications thérapeutiques locales.

---

# M. le Dr H. COMBES

## TRAITEMENT ÉLECTRIQUE DE CERTAINES AFFECTIONS UTÉRINES DANS LA CLIENTÈLE RURALE [618.14:615.84]

*— Séance du 8 août —*

Nous n'avons pas la prétention, dans les quelques notes que nous avons l'honneur de soumettre au Congrès d'Angers, de présenter une médication nouvelle. Nous voulons simplement faire connaître les résultats que nous avons obtenus, depuis quinze ans, en traitant certaines affections utérines par l'électricité.

Encore très peu connue, sinon complètement ignorée d'un grand nombre de praticiens, cette méthode, mise en lumière par les travaux de Tripier, d'Apostoli et de leurs élèves, a tout d'abord soulevé des polémiques nombreuses. Mais les découvertes récentes de ces dernières années, la connaissance des lois qui régissent l'électricité, de

son mode d'action sur l'organisme, son dosage mathématique, ont fait l'objet d'études nombreuses et c'est avec des indications nettes et précises que l'on peut désormais employer cet agent dont l'efficacité surpasse souvent les médications les plus actives.

Aujourd'hui, on peut admettre comme démontré que l'électricité est appelée à rendre des services signalés en gynécologie; qu'elle peut guérir là ou d'autres traitements ont échoué. Mais, ce qui est moins démontré et ce qui se dégage des observations que nous avons recueillies, c'est que tout médecin, moyennant quelques connaissances faciles à acquérir, peut employer cette médication pour le plus grand bien de ses malades.

Après avoir décrit le matériel instrumental et le mode opératoire, nous passerons en revue les affections dans lesquelles nous avons pu intervenir avec le plus de succès. Pour chacune de ces affections, nous noterons les indications thérapeutiques spéciales et nous produirons les observations à l'appui.

## OUTILLAGE ÉLECTRIQUE

Les spécialistes emploient actuellement l'électricité sous les formes les plus variées :

Courants continus-faradiques; galvano-faradiques; sinusoïdaux-ondulatoires de haute fréquence et statiques induits. L'action de ces derniers a surtout été mise en évidence par les remarquables travaux du professeur Leduc, de Nantes.

Nous n'utilisons, actuellement, que les deux premiers. Nous obtenons le courant continu à l'aide de trente éléments Leclanché, grand modèle. Ces éléments, renfermés dans un meuble à étagères et placés de façon à pouvoir être surveillés suivant le besoin, sont reliés à un collecteur à cadran permettant de prendre les éléments un à un sans déterminer aucune secousse appréciable. Un galvanomètre apériodique, marquant 150 milliampères, est fixé verticalement sur la tablette de façon à permettre de lire facilement les indications de l'aiguille à une certaine distance.

Sur le même plan se trouve un renverseur de courant et un combinateur de Watteville, ce dernier instrument permettant d'utiliser concurremment ou successivement le courant continu et le courant induit. Pour ce dernier, nous nous servions principalement de l'appareil à chariot, de Gaiffe, à deux bobines induites.

Les électrodes à employer sont de divers modèles et de calibres variés. Ce sont, pour le courant continu : les électrodes en charbon

ou en platine, celles en cuivre ou en argent. Pour l'induit, les électrodes unipolaires ou bipolaires, enfin les électrodes vaginales, qui varient suivant les inventeurs.

Il est important d'avoir un assortiment assez complet de ces instruments pour les utiliser suivant le besoin.

Nous confectionnons nous-même les plaques destinées à fermer le circuit sur l'abdomen, et pour cela nous nous servons de feuilles d'étain très malléables, d'une surface de 200 centimètres carrés environ, que nous garnissons d'un côté d'une soixantaine de doubles de tarlatane.

Tel est le matériel, très simple en résumé et qui peut suffire dans la plupart des cas.

### TECHNIQUE OPÉRATOIRE

Le Manuel opératoire n'offre pas de difficultés sérieuses et exige seulement un peu de dextérité et des précautions antiseptiques aussi parfaites que possible.

La patiente étant couchée sur le fauteuil, les jambes très écartées, le spéculum est introduit et, à l'aide d'une longue pince à pansements munie d'un tampon d'ouate imbibé d'une solution de sublimé, nous pratiquons un nettoyage aussi complet que possible du col et du fond de la cavité vaginale.

S'il existe un écoulement tant soit peu abondant, nous n'hésitons pas à faire un grand lavage.

Ceci fait, l'électrode, préalablement bouillie et stérilisée dans une solution antiseptique, est introduite doucement et sans effort jusqu'au fond de la cavité utérine. Là est le côté délicat de la manœuvre. Souvent l'instrument pénètre d'emblée et sans arrêt; mais, si le canal est tortueux ou rétréci, l'on n'arrive qu'après des tâtonnements qui ne doivent être ni brusques ni douloureux.

Nous ne nous contentons presque jamais d'une application purement vaginale et, à l'encontre de l'opinion de certains auteurs, nous sommes convaincu du peu de résultat de ce procédé, qui doit être réservé pour certains cas de névralgie pelvienne.

La durée des applications varie de cinq à quinze minutes pour le courant induit. Elle est de cinq minutes environ pour le courant continu.

La fréquence et l'intensité varient suivant les cas et aussi suivant la susceptibilité des malades. Nous la notons pour chaque cas particulier.

### INDICATIONS THÉRAPEUTIQUES

Les principales affections dans lesquelles nous avons obtenu les résultats les plus marqués sont :

1° La Dysménorrhée idiopathique;

2° La subinvolution, suite de couches, compliquée ou non de métrite et de périmétrite;

3° Les Fibromes.

*A. — Dysménorrhée idiopathique.*

Dans la Dysménorrhée idiopathique, le courant faradique intra-utérin fait disparaître les crises douloureuses après deux ou trois séances pratiquées tous les mois quelques jours avant l'époque présumée des règles.

Nous nous servons de l'Électrode bi-polaire d'Apostoli, afin de mieux localiser le courant sur l'utérus. Chez les filles vierges, chez lesquelles cet accident se rencontre si fréquemment, nous n'employons pas le spéculum. Nous nous contentons, suivant la méthode de Tripier, d'introduire l'Électrode bien stérilisée et enduite de vaseline boriquée en nous servant de l'index gauche comme conducteur.

Obs. I. — Mlle B., 18 ans, très chlorotique. Règles irrégulières et très douloureuses, la forçant de rester au lit pendant un ou deux jours. Les ferrugineux administrés depuis longtemps n'ont produit aucun résultat. Nous la voyons pour la première fois le 3 septembre 1896 et ordonnons quatre capsules d'Apiol par jour, les deux premiers jours des règles. Résultat nul.

Le 10 octobre, faradisation utérine de dix minutes, avec la bobine à fil simple. La bobine est engainée progressivement, jusqu'à ce que la malade sente bien les contractions sans éprouver de douleur. Les règles s'établissent le 14 et durent quatre jours : pendant les premiers vingt-quatre heures, quelques coliques très supportables.

Le 1er et le 8 novembre, nouvelles séances. Les règles reviennent le 12, presque sans souffrance.

Les deux mois suivants, même traitement et aux mêmes dates : Mlle B. n'a plus souffert depuis. Elle est mariée et a eu deux accouchements normaux.

Obs. II. — Mme G., tempérament lymphatique à l'excès. Réglée à 16 ans, a toujours souffert au moment de ses époques. Les ferrugineux, l'apiol n'ont pu atténuer ses souffrances.

Mariée au mois de mai 1898, voit ses règles devenir de plus en plus douloureuses.

Le 25 juillet et le 5 août, faradisation utérine pratiquée comme précé-

demment. Les règles apparaissent le 8 et pour la première fois ne provoquent aucune colique. Nouvelles séances les 5 et 10 septembre, le 1er et le 28 octobre, le 4 et le 12 novembre, le 5 et le 29 décembre.

Les époques viennent toujours régulièrement et sans souffrance aucune. Dix séances ont suffi pour amener une guérison complète.

Dans certains cas de dysménorrhée, l'écoulement menstruel est presque nul; nous employons alors le courant continu, utilisant le pôle négatif comme pôle utérin.

Obs. III. — Mlle D., 19 ans, fortement constituée, soignée depuis 18 mois pour des accidents nerveux dus à une vive contrariété. Perversion du goût, névralgies, idées mélancoliques qui la poussent à ne plus voir personne et à s'enfermer dans une chambre obscure.

Les règles sont complètement supprimée depuis 6 mois.

Traitement. — Ablutions froides le matin au lever. Bains statiques quotidiens suivis de la révulsion cutanée à l'aide de l'excitateur à boule. Vingt séances du 10 au 30 décembre 1900. L'état général s'améliore rapidement, mais les règles n'apparaissent toujours pas. Le 30 décembre, voltaïsation utérine négative. Intensité : 30 m. a.; durée : cinq minutes, suivie d'une faradisation de dix minutes avec la bobine à fil fin, d'une intensité aussi forte que la malade peut la supporter. Un léger écoulement sanguin suit cette application.

Le 27 janvier suivant, même traitement : le sang coule avec assez d'abondance pendant une journée.

Les deux mois suivants : deux nouvelles applications suffisent pour ramener définitivement les règles.

Nous avons revu Mlle B. il y a quelques semaines seulement (5 août 1903) sa santé s'est constamment maintenue.

*B. — Subinvolution utérine*, suite de couches.

La subinvolution utérine se rencontre fréquemment à la campagne, chez les femmes qui se lèvent trop tôt. L'utérus reste volumineux et très douloureux à la pression.

Les culs-de-sac sont souvent effacés et œdémateux. Au toucher le doigt ne rencontre plus la souplesse caractéristique de l'état normal. Si, comme cela arrive fréquemment, aucune précaution antiseptique n'est prise, la métrite s'établit sous la forme subaiguë ou chronique. Les femmes reprennent leurs occupations, tout en continuant à souffrir; mais leur état général ne tarde pas à devenir mauvais : apparaissent alors des reflexes d'origine utérine : gastralgies, vomissements, état nerveux plus ou moins accentué, etc.

Dans la grande majorité des cas, l'électricité produit d'excellents résultats, mais il convient de la réserver pour les états subaigus ou chroniques, la période inflammatoire du début contre-indiquant formellement toute intervention de ce genre.

La faradisation doit être tout d'abord employée pour calmer la douleur; le courant continu avec pôle positif intra-utérin complètera le traitement.

Obs. IV. — Mme B., 32 ans, depuis son dernier accouchement remontant à cinq ans, a toujours souffert des reins et du bas-ventre. Les règles, assez régulières, sont précédées et suivies de coliques violentes. Malgré un embonpoint plutôt exagéré, état général mauvais. Neurasthénie. La malade ne fait plus aucun travail depuis quinze mois, elle est profondément triste et ne prend aucun intérêt à son intérieur.

A l'examen, utérus volumineux mais sans bosselures, très sensible au toucher. Le cathétérisme accuse neuf centimètres. Ulcération du col de la grandeur d'une pièce de deux francs. Leucorrhée abondante. Les culs-de-sacs sont effacés, l'antérieur principalement est le siège d'un engorgement douloureux.

Diagnostic. — Métrite et périmétrite antérieure. Du 6 au 10 septembre 1901, nous pratiquons, tous les jours, une faradisation utérine pendant dix minutes. Pôle positif à l'intérieur, négatif sur l'abdomen. La douleur s'atténue au bout de quelques jours.

Le courant continu est alors substitué à l'induit et des applications sont faites tous les deux jours jusqu'au 3 octobre, époque à laquelle la venue des règles fait suspendre le traitement. Du 24 au 30 décembre, six nouvelles applications du courant voltaïque.

Primitivement, la malade ne pouvait supporter qu'une intensité de 20 m. a. Dans les dernières séances, 40 m. a. étaient facilement tolérés.

Sous l'influence de ce traitement, les douleurs ne tardent pas à disparaître; les lésions locales se modifient en même temps que s'améliore l'état général, et la malade peut reprendre ses occupations.

Obs. V. — Mme R., 29 ans. Deux enfants dont le dernier a trois ans. Souffre depuis cette époque et a essayé en vain de nombreux traitements.

Douleurs vives dans les reins et le bas-ventre. État nerveux des plus accentué. Crises gastralgiques. Vomissements fréquents. Amaigrissement considérable.

A l'examen, utérus volumineux, très dur, en antéversion et d'une sensibilité extrême au toucher. Les ovaires paraissent sains, bien que la pression dans le flanc gauche provoque une douleur assez vive. Leucorrhée abondante. Cathétérisme : 8 centimètres.

Diagnostic. — Subinvolution et métrite consécutive. Le 17 et le 20 mai 1899, faradisation abdomino-utérine et, tous les soirs, pendant huit jours, introduction d'un ovule belladoné.

Le 25 mai, la sensibilité étant moindre, nous commençons la voltaïsation utérine positive, qui sera pratiquée trois fois entre chaque époque menstruelle avec une intensité variant de 20 à 40 m. a.

Une amélioration sensible se produit dès les premières séances. Les vomissements cèdent tout d'abord. Les crises gastralgiques deviennent de moins en moins fréquentes. Seules les douleurs lombaires et l'état nerveux persistent plus longtemps et le traitement devra être continué pendant dix mois. Guérison complète.

Au point de vue des suites éloignées, les femmes ainsi traitées peuvent être divisées en deux catégories : celles chez qui le traitement électrique a amené une guérison définitive ; ce sont les plus nombreuses ; les autres, au contraire, qui, tout en étant très améliorées, ont continué à souffrir de temps en temps et ont dû continuer le traitement pendant plusieurs années parfois, bien qu'à intervalles très espacés.

*C. — Fibromes.*

Des cas assez nombreux de fibromes que nous avons rencontrés, nous croyons pouvoir tirer cette conclusion : c'est que le traitement électrique échoue généralement chez les personnes jeunes présentant des fibromes hémorragiques à développement rapide. Il doit être réservé aux fibromes à marche lente et principalement chez les femmes qui approchent de la ménopause. Dans ce dernier cas, il fait disparaître les hémorragies et améliore considérablement l'état général. Le traitement devra être continué pendant des mois et parfois même pendant des années.

Obs. VI. — Mme D., 43 ans. Fibrome interstitiel de la grosseur d'une tête de fœtus. Cathétérisme 0,08. Hémorragies abondantes durant au moins huit jours. Dyspeptique névropathe traitée depuis trois ans par la méthode d'Apostoli.

Voltaïsation intra-utérine positive avec le rhéophore en charbon. Les six premiers mois, les séances ont lieu deux fois la semaine ; une seule fois les six mois suivants.

La seconde année, deux séances par mois ; la troisième une seule tous les deux mois. L'intensité a fréquemment atteint 100 m. a. sans provoquer de souffrance trop vive.

Les hémorragies ont peu à peu cessé et cela dès les premiers mois du traitement. Les règles sont actuellement normales comme durée et comme quantité ; l'état général est redevenu excellent, bien que le fibrome n'ait que très peu diminué de volume.

Obs. VII. — Mme G., 34 ans, religieuse, présente depuis un an une paraplégie incomplète attribuée à une affection de la moelle. Douleurs intolérables dans le bas-ventre et les reins. A recours d'une façon régulière aux injections de morphine. Règles très abondantes pendant huit jours.

A l'examen : Fibrome gros comme un œuf d'oie, développé aux dépens de la face antérieure et soulevant le cul-de-sac vésico-utérin.

Utérus rétroverse. Hystérométrie 0 m. 09.

Le traitement électrique est commencé le 27 aout 1892 et continué jusqu'au 16 novembre.

Dans cet intervalle, nous pratiquons 40 séances, alternant le courant induit et le courant continu. L'intensité n'a jamais dépassé 40 m. a. La malade, qui ne se tenait debout qu'appuyée aux meubles ou soutenue

par une personne, a pu marcher seule. La paraplégie disparaît peu à peu et d'une façon définitive. Les douleurs utérines devenant très tolérables, permettent de cesser les injections de morphine. Cessation du traitement le 16 novembre 1892. La malade reprend ses travaux de lingerie.

Il y a deux ans, les souffrances abdominales reparaissent très intenses mais la malade, ne pouvant, pour des raisons spéciales, quitter son établissement et reprendre le traitement électrique, nous l'adressons au Dr Brin, qui pratique l'énucléation abdominale du fibrome et le raccourcissement des ligaments ronds.

La malade guérit parfaitement, son utérus reste en place; elle se livre maintenant à toutes sortes de travaux, les douleurs utérines et lombaires ayant complètement cessé.

Nous pourrions continuer ces observations et en fournir de très intéressantes; mais, devant nous limiter, nous espérons avoir prouvé que l'électricité en gynécologie est encore trop peu connue et qu'elle est appelée à rendre les plus grands services aux médecins qui sauront l'appliquer.

---

## M. le Dr Charles BINET-SANGLÉ

Professeur à l'École de Psychologie de Paris

---

### EXPÉRIENCES SUR LA TRANSMISSION DIRECTE DE LA PENSÉE

[612.821.7145]

---

*— Séance du 8 août —*

## I

### TRANSMISSION DES SENSATIONS

M... est une femme de 45 ans environ, courte, trapue, d'apparence masculine. Les traits sont prononcés, le teint mat, la physionomie impassible. Elle semble étrangère à ce qui l'entoure et ne veiller que dans cette demi-veille qu'est la veille hystérique. Elle présenterait d'ailleurs divers symptômes d'hystérie. Je n'ai pu l'examiner à ce point de vue.

O... est un homme de 35 ans environ, intelligent et nerveux.

Dans les premiers jours de mars 1902, j'ai fait, à Angers, avec ces deux sujets, les expériences que je vais rapporter. Elles ont eu lieu de 9 heures à 11 heures du soir, dans un salon de 5 m. 20 sur 4 m. 75,

bien éclairé, que j'ai moi-même choisi, et dont je donne le plan ci-dessous, en présence du Dr Legludic, directeur de l'École de médecine d'Angers, et de six personnes sûres. Chaque assistant est représenté sur le plan par un point (*fig. 1*).

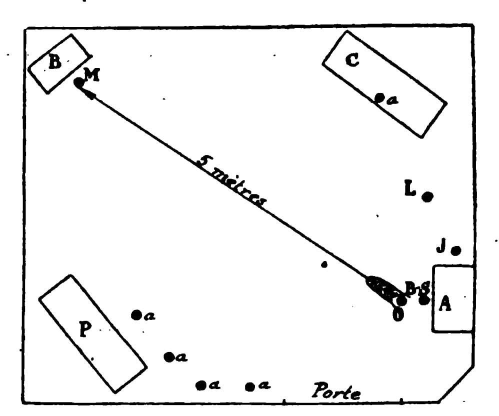



**Fig. 1. — Plan de la pièce où ont eu lieu les expériences**

*M.* Le sujet M. — *O.* Le sujet O. — *B.-S.* Le Dr Binet-Sanglé. — *L.* Le Dr Legludic. *J.* M. J. — *aaaaa.* Les autres assistants. — *A* et *B.* Tables. — *P.* Piano. — *C.* Canapé.

Je suis à une extrémité du salon, devant la table A avec O... M. est à l'autre extrémité, à une distance de 5 mètres, devant la table B, et suffisamment isolée des personnes présentes pour qu'on ne puisse lui souffler. Elle s'est rapidement endormie sur un ordre de O... Elle a les yeux bandés avec un bandeau non truqué. Entre elle et O..., contre les murs du salon, sont rangés les assistants parfaitement silencieux et immobiles. Aucune communication normale, de quelque nature qu'elle soit, n'est possible directement ou indirectement entre les deux sujets.

J'ai devant moi, sur la table A, trois paquets contenant des poudres blanches d'aspect identique : le premier du bioxalate de potasse, le second du bromure d'ammonium, le troisième de la poudre de savon. Je suis le seul dans l'assistance à connaître le contenu de ces paquets, que je puis distinguer à l'aide de signes de moi seuls connus et que j'ai fait préparer le jour même par un pharmacien qui ignore dans quel but et qui n'assiste pas aux expériences.

A l'aide d'un rouleau de papier humide, je dépose sur la langue de O... un peu de bioxalate de potasse.

*Instantanément,* à l'autre extrémité de la pièce, la mimique de M... traduit, avec une exactitude parfaite, la sensation gustative provoquée chez O... par cette substance. A plusieurs reprises ses joues se creusent, ses lèvres se projettent en avant : « Ça pique, dit-elle, ça serre la langue » ; et elle se met à cracher.

Je fais la même expérience avec le bromure d'ammonium. A peine O... a-t-il goûté ce sel que la mimique de M... traduit la sensation correspondante. Elle crache encore et déclare : « C'est salé ».

L'expérience avec la poudre de savon n'est pas moins démonstrative : « C'est fade, dit M... ; on dirait de la farine, de l'amidon. » Cette fois encore, la transmission s'est faite instantanément.

Je dépose alors sur la langue de M... un peu de bromure d'ammonium et lui demande si elle reconnaît la substance dont elle a senti le goût en premier lieu. Elle me répond affirmativement. Il y a donc erreur de sa part.

Je fais la même expérience avec la poudre de savon. Mais cette fois je pose la question de la manière suivante : « Est-ce là la substance dont vous avez senti le goût en premier lieu, en second lieu ou en troisième lieu ? » — « C'est la troisième », me répond-elle, ce qui est exact.

L'erreur commise pour le bromure d'ammonium peut être attribuée à l'analogie qui existe entre la saveur de cette substance et celle du bioxalate de potasse.

*Interprétation.* — Il est certain que *quelque chose* a passé du cerveau de O... ou du mien, au cerveau de M...

Mais y a-t-il eu réellement transmission de sensations? On peut supposer en effet que O..., en goûtant le bioxalate de potasse par exemple, a pensé : « Ça pique, ça serre la langue » et que les images d'articulation verbale correspondantes à ces mots ont été transmises à M... Mais, dans ce cas, il faudrait admettre que celle-ci a traduit instantanément ces images d'articulation en sensation gustative, car sa mimique ne laissait aucun doute sur l'existence d'une hallucination. Je crois plutôt, et il est plus simple d'admettre qu'il y a eu transmission immédiate de sensations.

Une autre question se pose : M... a-t-elle réellement reconnu, en goûtant la poudre de savon, la substance qui avait provoqué chez elle la troisième hallucination gustative? Au moment où je lui demandais, en lui déposant cette poudre sur la langue : « Est-ce là la substance dont vous avez senti le goût en premier lieu, en second lieu ou en troisième lieu? » je savais et je pensais que c'était celle qui avait provoqué la troisième hallucination, et il se peut que j'aie transmis cette pensée au sujet. La question ne peut être résolue.

## II

### TRANSMISSION DES IMAGES VISUELLES

*Première expérience.* — M..., toujours endormie et les yeux bandés, est assise devant la table B, face au mur, qui est dépourvu de glaces, de telle sorte que, même sans bandeau, elle ne pourrait voir ce qui se passe dans la salle. O... est auprès de moi, devant la table A. Aucune communication normale n'est possible entre les deux sujets.

Je présente au Dr Legludic le premier volume des *Poésies complètes* de

Théophile Gautier, édition Charpentier, 1890, et un coupe-papier. Il passe le coupe-papier dans le livre, qui s'ouvre à la page 196. Je prie alors M. J..., assis auprès du Dr Legludic, de souligner un mot quelconque sur cette page. Le mot souligné est *vautour*. Ce mot n'est pas prononcé, même à voix basse, et n'est lu des yeux que par M. J... et par moi.

J'esquisse alors sur une feuille de papier un cou et une tête de vautour, et je prie O... de transmettre l'image à M... (*fig. 2*).



Fig. 2.

Au bout de quelques secondes, celle-ci déclare : « C'est un oiseau », puis : « C'est un drôle d'oiseau, il n'a pas d'ailes »; et enfin : « C'est un vautour. »

La phrase : « C'est un drôle d'oiseau, il n'a pas d'ailes », prouve qu'il y a eu transmission de mon croquis, c'est-à-dire d'une image visuelle de O... à M... (C'est du reste, d'après O..., la transmission qu'il opère le plus aisément. Il traduit mentalement en images visuelles ce qu'il veut transmettre.) La phrase : « C'est un vautour » paraît prouver qu'il y a eu en même temps transmission d'une image d'articulation verbale, car mon croquis ne suffisait guère à faire reconnaître un vautour.

*Deuxième expérience.* — Je présente au Dr Legludic le deuxième volume des *Contemplations* de Victor Hugo, édition Hetzel Le livre s'ouvre à la page 253, le mot souligné par M. J... est *limace*. J'esquisse une limace sur le papier et prie O... de transmettre l'image.

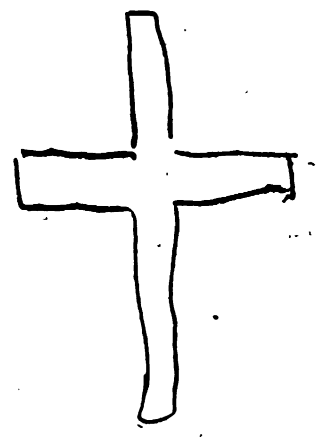
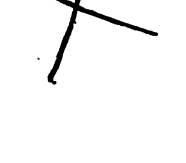


Fig. 3.

M... commence par déclarer : « C'est une limande »; puis se reprenant : « Ça rampe, c'est gluant. » (Elle prononce ces mots avec une expression de dégoût.) Puis : « C'est une limace. »

La phrase : « C'est une limande », prouve qu'il y a eu transmission d'une image d'articulation verbale, qui d'abord a été mal interprétée. (Je répète qu'aucune communication, surtout par la voix, n'était possible entre O... ou un autre assistant et M... De plus, les assistants placés du côté de M... ne pouvaient voir mon croquis). Les phrases : « Ça rampe, c'est gluant, c'est une limace », prouvent qu'il y a eu transmission d'une série d'images, probablement visuelles, se rapportant au mot limace.



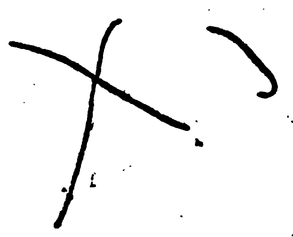


Fig. 4.

*Troisième expérience.* — La troisième expérience est faite avec les mêmes précautions que les précédentes. Le mot souligné est *croix*. J'exécute le croquis *(fig. 3)* que je donne ci-contre et prie O... de le faire reproduire par M... Celle-ci trace immédiatement, et coup sur coup, deux croix *(fig. 4)*.

On remarquera qu'elles ne sont pas identiques à la mienne. Mais il faut tenir compte de ce que le sujet a dû les exécuter les yeux bandés.

Dans ces trois expériences, il est probable que la transmission n'a pas été faite par O... seul, mais que le Dr Legludic, M. J... et moi y avons inconsciemment collaboré.

## III

### TRANSMISSION DES IMAGES D'ARTICULATION VERBALE

*Première expérience.* — Je présente au Dr Legludic le deuxième volume des *Poésies complètes* de Théophile Gautier, édition Charpentier, 1890. Le livre s'ouvre à la page 290 et M. J... souligne le vers suivant :

Souffle, bise ! Tombe à flots, pluie !

Je dis à O... de lire mentalement ce vers et de le faire répéter à haute voix par M... Celle-ci commence par prononcer un certain nombre de syllabes commençant par S. Elle a des soubresauts, des éclats de voix indiquant l'effort et elle ne parvient pas tout d'abord à prononcer le premier mot du vers. O... m'invite alors à le lire mentalement en même temps que lui : il a remarqué que la transmission se faisait plus aisément quand on se mettait à deux pour la faire. Nous nous y appliquons. M... finit par dire :

Souffle,

et enfin

Souffle, bise !

Elle ne va pas plus loin.

*Deuxième expérience.* — Le Dr Legludic ouvre le même volume à la page 197, et M. J... souligne le vers suivant :

Le Dieu ne viendra pas. L'Église est renversée.

Après un tâtonnement moins long que dans la première expérience, M... prononce ces deux mots :

Le Dieu

puis brusquement, d'un seul jet :

Le Dieu ne viendra pas.

Elle n'achève pas le vers.

## IV

### TRANSMISSION DE PENSÉES DIVERSES

*Première expérience.* — Désirant savoir ce qu'il pouvait y avoir de vrai dans les phénomènes dits de *double-vue*, M. J... avait écrit l'avant-veille à un de ses amis de Bordeaux d'exécuter, au jour et à l'heure où les expériences devaient avoir lieu, c'est-à-dire à 10 h. 1/2 du soir, un acte quelconque et de lui écrire ensuite ce qu'il avait fait.

Il est 10 heures 1/2. M. J... exprime le désir de savoir ce que fait en ce moment même un de ses amis habitant Bordeaux. Il ne donne ni nom ni adresse. O... ordonne à M... de se transporter dans cette ville et de nous dire ce qu'elle voit.

Je reproduis textuellement ses paroles :

« Je vois un monsieur grand et brun, qui a l'air d'un journaliste. Il ne se croit pas rien *(sic)*. Il est au café avec un monsieur blond, ils sortent et marchent très vite. Le monsieur brun quitte le monsieur blond et continue sa route vers la rue Porte-Dijeaux (il est à remarquer que le sujet n'est jamais allé à Bordeaux). Il entre dans une grande maison. En bas il y a une salle très éclairée. C'est un journal. Dans cette salle, il y a des dames et des jeunes filles qui causent. Le monsieur ressort et revient vers le théâtre. Là, il s'arrête à causer. Je ne le vois plus. »

M. J... demande alors à M... de revenir devant le journal et de lui dire ce qu'il y a en face, de l'autre côté de la rue. En posant cette question, M. J... pensait à un magasin de coiffure. M... répond qu'elle voit un magasin fermé. M. J... la prie de regarder à l'intérieur. Elle y voit, dit-elle, des antiquités. Or, chose remarquable, il y a un magasin d'antiquités à côté du magasin de coiffure.

M. J... prie le sujet d'essayer de retrouver le monsieur brun dont elle a perdu la trace : « Il est, dit-elle, sur une grande place avec la personne qui l'accompagnait tout à l'heure. Il la quitte et entre dans un café dont la façade est cintrée et où l'on fait de la musique (il s'agit, selon M. J..., du Café anglais dans les allées de Tourny). Il va au téléphone, parle et s'en va. Il revient vers la rue Sainte-Catherine et la rue Porte-Dijeaux et rentre au journal. Il monte au premier étage. Il parle très fort ; il est en colère. Il passe dans le bureau de transmission des dépêches et entre dans une pièce sur la porte de laquelle est écrit le mot *Secrétariat*, et où il y a une table couverte de papiers. Il lit des notes. Une lui fait plaisir ; il est content. Il reste là jusqu'à minuit, car il a beaucoup à travailler. » (Il est un peu plus de 10 h. 1/2 au moment où M... prononce cette dernière phrase.)

Le surlendemain, M. J... recevait une lettre de Bordeaux. Son ami n'était pas sorti de chez lui ce soir-là. Il n'avait donc pas exécuté les actes que M.... lui prêtait. Mais, dans le récit précédent, tout ce qui a trait au caractère et à la profession de cette personne ainsi qu'à la description des lieux est rigoureusement exact. De plus, l'ensemble des actes prêtés à l'ami de M. J... constitue sa vie normale aux heures indiquées.

Il semble résulter de cette expérience que M. J... a transmis à M... toute une série d'images ou d'idées, les unes conscientes, les autres subconscientes, se rapportant à la personne en question.

*Deuxième expérience.* — Je demande à M... de me dire ce que fait à cette heure même un de mes amis dont je donne le nom et l'adresse.

O... ordonne au sujet de se transporter à l'adresse indiquée. Elle nous dit qu'elle passe sous une grande porte cochère et qu'elle voit un monsieur et une dame. Le monsieur s'occupe de recherches scientifiques et fréquente des savants.

Je déclare que le sujet fait fausse route.

M... se reprend alors et prononce rapidement les phrases suivantes, que je reproduis presque textuellement :

« C'est joli ici. Il y a des meubles de cuir, des tableaux aux murs, un grand tableau incliné comme ça (elle fait le geste) sur un chevalet. Oh! ce monsieur, il a un mauvais caractère! Il n'est pas commode. Est-il grincheux! Il aime beaucoup la peinture. Il fréquente des architectes, des artistes. »

— « Que fait-il en ce moment? » lui dis-je.

— « Il est couché dans sa chambre. Il lit un livre à couverture jaune, des chefs-d'œuvre. Il y a un grand tableau au mur. Le lit est dans le fond. Il l'a fait changer de place, parce qu'il s'est enrhumé et qu'il était gêné par l'air et la lumière. »

— « A quel étage se trouve sa chambre? »

— « Au premier. »

Tout ce qui a trait au caractère de mon ami, à sa profession et à la description de son appartement est exact.

Mon ami, un jeune peintre de grand talent, mais certainement inconnu de M...., est un hypocondriaque. Il habite, dans une maison qui s'ouvre par une grande porte cochère, un appartement élégamment meublé et composé d'une antichambre contenant des chaises d'un bois foncé, qui, à première vue, peuvent être prises pour des chaises de cuir (1), d'un atelier où de nombreux tableaux sont suspendus aux murs ou posés sur des chevalets et d'une chambre à coucher située au premier et contenant un grand tableau. Le lit est au fond de la pièce par rapport à la fenêtre.

Renseignements pris, tout le reste était faux. A l'heure où j'interrogeais M..., mon ami était absent et il n'avait pas lu dans son lit ce soir-là. Mais il a l'habitude d'y lire et, sur la cheminée de sa chambre, sont rangés des ouvrages de la bibliothèque Charpentier à couverture jaune.

Que s'est-il donc passé?

Il est évident que rien de M... ne s'est transporté à Paris et n'est allé visiter l'appartement du peintre. Elle n'a donc fait qu'exprimer ce que je pensais et non seulement ce que je pensais, mais ce que je

(1) Je ne me représentais, au moment où j'interrogeais M..., que la couleur de ces meubles.

savais, ce qu'il y avait dans ma conscience subliminale. Au moment où je l'interrogeais, je me représentais l'appartement de mon ami et elle traduisait de vive voix les images visuelles qui se déroulaient en moi, mais je ne pensais nullement alors au caractère du peintre ni à ce qu'il pouvait faire à cette heure, et cependant M... a décrit son caractère et l'a montré lisant dans son lit, comme il en avait l'habitude.

De ces diverses expériences, il résulte que *les sensations gustatives, les images visuelles et d'articulation verbale, ainsi que diverses pensées conscientes ou subconscientes, peuvent se transmettre de cerveau à cerveau, sans l'intermédiaire des signes, à une distance de 5 mètres au moins et dans un temps extrêmement court.*

---

## M. Georges LAFARGUE

Ancien préfet, à Paris

### LA GUÉRISON ET LA PROPHYLAXIE DE LA TUBERCULOSE AU SANATORIUM DE BANYULS-SUR-MER [614.545(44.89)]

— *Séance du 10 août* —

Dans la lutte engagée contre le plus redoutable et le plus meurtrier des fléaux modernes, aucun des renseignements fournis par l'expérience ne doit être négligé.

Il importe, en effet, que tous les résultats soient rendus publics, que les caractères particuliers, les avantages, comme les inconvénients respectifs de chaque moyen de cure ou de préservation, soient bien mis en lumière et qu'ils soient tous également connus des médecins, afin que ceux-ci soient en mesure de fixer leur choix au mieux des intérêts de leurs malades et de les diriger, suivant les cas, sur tel établissement ou sur tel autre, convenant mieux à leur état.

C'est ce qui m'a décidé à appeler votre attention sur les résultats très importants, obtenus, dans ces quinze dernières années, au Sanatorium de Banyuls-sur-Mer, dans le traitement des tuberculoses locales et pour la prophylaxie de la tuberculose pulmonaire.

En 1886, avant de donner suite au projet que j'avais conçu d'établir à Banyuls une station sanitaire analogue à celle de Berck, afin d'y poursuivre, en de meilleures conditions climatériques, les expériences de traitement marin de la scrofulo-tuberculose et de prophylaxie de la tuberculose pulmonaire, qui avaient donné des résultats déjà si remarquables à Berck, je crus devoir, pour mon instruction personnelle, visiter au préalable les magnifiques hôpitaux de cette incomparable station maritime.

J'y fus très cordialement accueilli par l'éminent médecin-chirurgien en chef de ces établissements, M. le Dr Cazin, qui m'encouragea vivement dans mon entreprise. Avec le savoir et l'autorité dont témoigne son bel ouvrage, *De l'influence des bains de mer sur la scrofule des enfants* — ouvrage couronné par l'Académie de Médecine de Paris — le regretté praticien, tout en exaltant, comme il convient, les excellents effets de l'air tonique et reconstituant de Berck, qui fait merveille sur les constitutions torpides et molles, ne put toutefois s'empêcher de faire des réserves assez nombreuses et de me signaler loyalement les contre-indications résultant du climat, à l'égard de certaines catégories de sujets trop nerveux ou prédisposés aux laryngites, bronchites, pneumonies, etc.

Il ne nia pas davantage les fâcheux effets — d'ailleurs reconnus dans les documents publiés par l'Assistance publique de la Seine — que produit sur les plaies, tant internes qu'externes, de beaucoup de scrofuleux-tuberculeux, l'irritante action des poussières de sables en suspension dans l'air des plages à dunes, comme Berck.

C'est ainsi que, indépendamment de certaines bronchites, pleurésies et autres affections des voies respiratoires, les scrofulides de la peau, des muqueuses, des yeux, du nez, des oreilles, etc., non seulement ne guérissaient pas à Berck, mais s'y aggravaient au contraire (1).

Il y aurait, pensait-il, tout avantage à expérimenter ailleurs, dans

(1) Ces faits incontestables étaient déjà constatés par l'éminent Dr Bergeron dans son *Rapport du 15 juillet 1866* concluant à l'érection du grand hôpital de Berck.

On y lit, en effet, page 15 de l'édition de 1884. — « Dans les premiers temps, faute « de données assez précises, nous avions, mes collègues et moi, indistinctement dirigé « sur les bords de la mer toutes les formes de la scrofule, depuis les scrofulides de la « peau et des muqueuses jusqu'aux caries les plus profondes; mais peu à peu notre « expérience s'est faite et *nous n'avons pas tarde a reconnaître* que, si l'action vivifiante « des bains de mer et de l'air marin opérait chez tous nos enfants les plus heureuses « modifications, IL Y AVAIT CEPENDANT DES LÉSIONS LOCALES DONT LES UNES ÉTAIENT PEU « OU POINT MODIFIÉES, PARFOIS MÊME AGGRAVÉES, TANDIS QUE D'AUTRES RÉSISTAIENT INVINCIBLEMENT A LA MÉDICATION MARITIME.

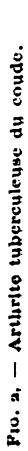
« C'est ainsi que, d'une part, nous voyions *rarement s'améliorer*, LE PLUS SOUVENT « S'EXASPÉRER *les blépharites chroniques et, en général, les maladies des yeux*, les éruptions d'eczéma simple ou impétigineux, et que, d'autre part, les *otorrées* sans lésion « osseuse, *les caries étendues, etc.*, restaient indéfiniment stationnaires. »



Fig. 1. — Façade et plage du Sanatorium de Banyuls-sur-mer







Arrivée — Fig. 2. — Arthrite tuberculeuse du coude. — Départ





FIG. 3. — Arthrites tuberculeuses des deux poignets et des deux genoux.
Arrivée . Départ

un établissement bien installé, sous une autre latitude et sur une autre mer, les effets de ce traitement marin qui, dans le Pas-de-Calais, aboutissait déjà à de si nombreuses et si étonnantes guérisons.

Je ne redirai pas ici comment je suis parvenu à réaliser, dès 1887-1888, le plan que j'avais formé en 1886. Cet historique a fait l'objet d'un exposé que j'ai récemment publié en brochure (1).

Il me suffira de rappeler que, construit au bord du golfe de Lion, sur la plage des Grandes-Elmes, à 1 kilomètre de Banyuls, dans un site admirable, entre mer et montagnes, et composé d'une série de grands pavillons contenant ensemble 200 lits, le sanatorium de Banyuls a été cédé par moi en 1888, au nom du département des Pyrénées-Orientales, *à l'Œuvre des Hôpitaux marins*, alors représentée par son Président, l'éminent Dr Jules Bergeron, le regretté secrétaire perpétuel de l'Académie de Médecine qui, après avoir tant contribué à l'éclosion de Berck, avait le premier, dès 1866, provoqué la création, sur nos côtes de France, du plus grand nombre possible d'hôpitaux et sanatoriums maritimes.

Cette Société, reconnue aujourd'hui d'utilité publique, dirige et administre, depuis cette époque, le Sanatorium de Banyuls, avec autant de compétence que de sollicitude et de succès.

Voici en effet, constatés à la fois par des statistiques rigoureuses et par la photographie, les principaux résultats obtenus dans cet établissement au cours de ces quinze années.

Comme il était facile de le prévoir, pour les raisons indiquées plus haut, ils dépassent notablement ceux déjà merveilleux de Berck.

Je voudrais pouvoir faire passer sous vos yeux le tableau indiquant les proportions de guérisons et d'améliorations obtenues dans chacune des catégories d'affections traitées à Banyuls.

Vous y verriez d'abord que 1277 enfants ou jeunes gens des deux sexes de 2 à 16 ans sont entrés au Sanatorium, de septembre 1888 au 31 décembre 1901, atteints pour la plupart d'affections rachitiques et scrofulo-tuberculeuses des plus graves ou de prédispositions les plus menaçantes à la phtisie pulmonaire et que, sur 1139 qui en étaient sortis à cette date, on en comptait *798 complètement guéris*, *174 améliorés*, 114 repris ou rendus et 53 décédés; soit une proportion de *73,58 o/o guéris*, 16,20 o/o améliorés et une proportion totale de *89,78 o/o guéris ou très améliorés*.

L'année 1902, qui n'est pas comprise dans ces chiffres, a donné

(1) Naud, éditeur, Paris 1902.

comme la précédente une proportion globale de plus de 90 o/o, légèrement supérieure à la moyenne des quatorze premières années.

Les enfants de 2 à 16 ans qui ont été soumis au traitement marin du Sanatorium de Banyuls, durant cette période de quinze années, se divisent d'abord en deux catégories principales :

1° Les sujets atteints de rachitisme ou de tuberculose locale le plus souvent très grave; 2° les sujets simplement menacés ou prétuberculeux, c'est-à-dire prédisposés, par voie d'hérédité ou autrement, à la tuberculose en général et à la phtisie pulmonaire en particulier. De ce nombre sont les enfants issus d'alcooliques ou de tuberculeux, les faibles de constitution, les anémiés par surmenage ou par mauvaises conditions hygiéniques, etc.

Dans la première catégorie, il y a eu beaucoup de guérisons tout à fait remarquables. Il y en a même eu un certain nombre qui tiennent du miracle, comme celle, obtenue en un an, de la fig. 2 (arthrite tuberculeuse du coude) et celle, obtenue en cinq ans, de la fig. 3 (arthrites tuberculeuses aux deux poignets et aux deux genoux, état cachectique sans espoir).

Mais, pour être moins sensationnelles, celles de la deuxième catégorie n'en ont pas moins d'importance. Elles en ont même bien davantage, au point de vue sociologique, parce que, d'une part, elles sont obtenues bien plus rapidement et à bien moindres frais — ce qui permet de soigner et de guérir un beaucoup plus grand nombre de sujets — parce que, d'autre part, au lieu de n'aboutir, sauf exceptions, qu'à des prolongations d'existence de non-valeurs sociales, consommant sans produire, elles ont pour effet de sauver de la maladie et de la mort des multitudes d'enfants ou d'adolescents, constitués, ceux-là, pour vivre d'une vie normale et susceptibles d'être utiles, loin de leur être à charge, à leurs familles et au pays.

Aussi suis-je d'accord avec M. le Dr Leroux pour demander à l'Œuvre des Hôpitaux marins de restituer le plus possible à l'établissement de Banyuls le caractère de *Sanatorium*, qu'il avait à l'origine, en éliminant ou n'acceptant qu'en nombre très restreint les infirmes et les incurables.

Entrons maintenant dans le détail et passons des résultats d'ensemble aux résultats particuliers de chaque groupe d'affections.

La proportion des guérisons et le temps nécessaire à les obtenir varient beaucoup, suivant la nature et l'ancienneté des maladies.

Les unes, comme les *arthrites vertébrales*, composées de cas très graves, de lésions ou de déformations profondes et déjà anciennes pour la plupart, ne guérissent que lentement et dans des proportions

relativement faibles, quoique très belles encore : 59,46 o/o de guérisons proprement dites, 18,91 o/o d'améliorations notables. Total : 78,37 o/o, avec 1 an 1/2 à 2 ans, en moyenne, de traitement.

D'autres, quoique très graves aussi et très invétérées, donnent des résultats encore plus satisfaisants que les précédents, mais avec des durées de traitement également élevées de 1 à 2 ans en moyenne. Ce sont : les *tuberculoses osseuses* — 71,50 o/o de guérisons, 21,96 o/o d'améliorations, total : 93,46 o/o —; *le rachitisme* — 76,22 o/o de guérisons, 21,67 o/o d'améliorations, total : 97,89 o/o —; *les scrofulides des muqueuses et de la peau*, — 85,26 o/o de guérisons, 11,57 o/o d'améliorations, total : 96,83 o/o.

D'autres enfin, plus aisément modifiables, avec une durée de traitement bien moindre, de 6 mois à 1 an, donnent des résultats meilleurs encore. Ce sont : *l'anémie* et le *lymphatisme*, — 83,65 o/o de guérisons, 14,54 o/o d'améliorations, total : 98,17 o/o —; enfin, *les engorgements ganglionnaires*, — 89,65 o/o de guérisons, 10,35 o/o d'améliorations, total : 100 o/o.

Il semble, au premier abord, assez surprenant que les *engorgements ganglionnaires*, qui correspondent à un état pathologique généralement plus grave que l'anémie, le lymphatisme et les scrofulides, donnent à Banyuls une proportion de guérisons sensiblement supérieure à celles de ces diverses maladies.

Mais cette anomalie apparente s'explique précisément par ce fait que, les engorgements ganglionnaires étant réputés plus graves et les modifications qui surviennent, en cours de traitement, étant aussi en général plus faciles à constater, on est moins tenté de reprendre, avant guérison définitive, les sujets qui en sont atteints.

Il n'y a eu effectivement, à Banyuls, *ni repris ni rendus* dans cette catégorie. La durée moyenne du traitement a d'ailleurs été notablement plus élevée pour cette affection (391 jours) que pour l'anémie et le lymphatisme (244 jours seulement).

En ce qui concerne *le rachitisme*, d'importantes observations sont à faire. Tous les petits malades de cette catégorie devraient guérir et guériraient complètement, en un temps assez court, à la condition d'être envoyés au Sanatorium, à l'âge où ils sont aisément guérissables, c'est-à-dire *entre 2 et 4 ans*. Si la proportion des guérisons totales n'est pas plus forte pour les rachitiques — 76,22 o/o, — et si la durée moyenne du traitement est si élevée, la plus élevée de toutes — 671 jours —, cela tient à ce que la plupart d'entre eux sont envoyés trop tard au Sanatorium — à 5 ou 6 ans et même au-

dessus —, alors qu'ils sont atteints de déformations anciennes et profondes très difficilement modifiables.

A Banyuls, comme à Saint-Trojan — le nouveau Sanatorium créé à l'île d'Oléron par l'œuvre des Hôpitaux marins, — existent des *services de bébés*, spécialement organisés *pour les jeunes rachitiques de 2 à 4 ans*. Chez ceux-là, comme je l'ai dit, point d'insuccès.

Ils se transforment tous avec une étonnante rapidité. Leur poids, leur taille, leur volume augmentent vite dans des proportions extraordinaires. De ces pauvres êtres rabougris, aux membres grêles et tordus, à la poitrine étriquée, à la tête et au ventre énormes, destinés à rester toujours difformes et misérables, la mer a bientôt fait des enfants redressés, vigoureux et normaux, capables de garder leur rang, sans infériorité ni défaillance, dans l'âpre lutte pour la vie.

Dans cette catégorie d'affections — le rachitisme, — comme dans celles de l'anémie, du lymphatisme, des scrofulides et des engorgements ganglionnaires, on peut l'affirmer à coup sûr, les proportions *de guérisons complètes* atteindraient 100 0/0 ou des chiffres tout voisins de 100 0/0, si les malades étaient, *dès le début de leur maladie*, dirigés sur *le Sanatorium qui leur convient* et n'en étaient pas intempestivement retirés avant la fin du traitement.

Quant aux sujets atteints de *phtisie déclarée* ou de *tuberculose ouverte*, ils ne sont pas admis au Sanatorium de Banyuls, à cause du danger de contagiosité, le traitement marin ayant d'ailleurs surtout pour but et pour effet de prévenir, plutôt que de guérir, cette dangereuse maladie.

Tous les ans, les résultats thérapeutiques sont analysés, avec autant de science que de conscience, par M. le Dr Ch. Leroux, médecin en chef du Dispensaire Furtado-Heine, secrétaire du Conseil de l'Œuvre des Hôpitaux marins, et font de sa part l'objet d'un substantiel rapport.

Tout en constatant l'excellence de ces résultats, le distingué rapporteur insiste chaque année sur trois points, qu'il considère avec raison comme essentiels :

1° N'envoyer à la mer que les enfants atteints de maladies justiciables du traitement marin;

2° Les y envoyer dès le début de l'affection;

3° Les y laisser jusqu'à complète guérison, et même un peu au-delà.

J'ajoute qu'il faudrait une quatrième condition, pour que le traitement marin donnât, à Banyuls comme ailleurs, son maximum d'effet utile : c'est que les enfants et jeunes gens sortis guéris du Sanatorium, au lieu d'être replongés tout de suite dans les milieux urbains où leur mal a pris naissance, fussent soigneusement dirigés vers des professions maritimes ou agricoles.

On éviterait ainsi les récidives qui se produisent trop souvent.

Pas aussi souvent toutefois qu'on aurait pu le craindre. Une enquête approfondie, à laquelle s'est livré récemment M. le Dr Ch. Leroux et qui a porté sur les plus atteints des anciens pensionnaires de Banyuls (tuberculoses articulaires ou osseuses bien nettes, coxalgies, mal de Pott, tumeurs blanches diverses, etc.) a établi que *73,6 o/o sont restés définitivement guéris ;* — ce qui constitue une fort belle proportion de guérisons définitives.

Il convient d'ajouter que plusieurs, parmi ceux qui avaient rechuté, ont guéri ultérieurement et que très peu — 4 o/o — sont morts, dans l'espace de dix années. Beaucoup de ces anciens malades, dit le Dr Leroux, travaillent et gagnent leur vie. Parmi eux, plusieurs fillettes, devenues femmes, sont mariées aujourd'hui et ont des enfants sains et bien portants.

Si les quatre conditions que je viens d'énumérer étaient remplies. il n'y aurait pour ainsi dire plus ni insuccès ni récidives au Sanatorium de Banyuls.

Mais, tels quels, les résultats déjà obtenus, depuis 15 ans, n'en sont pas moins très remarquables et supérieurs, pour nombre d'affections, à ceux qui avaient été constatés jusqu'ici.

Non seulement, en effet, les proportions de guérison des maladies soignées à Berck et ailleurs, telles *qu'anémie*, *lymphatisme*, *arthrites vertébrales*, *engorgements ganglionnaires*, *rachitisme*. *tuberculose des os*, etc, ont été fort élevées, avec des cas très graves, mais en outre —, et c'est un point sur lequel je dois insister de façon particulière, parce qu'il est tout à fait caractéristique —. un grand nombre d'affections, au traitement desquelles on a dû renoncer à Berck et dans d'autres stations maritimes de la Manche et de l'Océan, ont pu être traitées à Banyuls avec un plein succès.

Ce sont, outre certaines bronchites, pleurésies et autres affections des voies respiratoires, les *scrofulides* de la peau *(eczéma, impétigo)*, celles des muqueuses du nez, des oreilles et des yeux *(otorrhées, blépharites, kérato-conjonctivites*, etc.), lesquelles ont guéri à Banyuls dans la proportion de *près de 100 o/o*, tandis qu'au témoignage des savants médecins spécialistes Bergeron et Cazin et de

l'Assistance publique de la Seine elles se seraient plutôt aggravées à Berck et sur bien d'autres plages (1).

Ces faits, qu'il importait de signaler et de mettre en lumière, dans l'intérêt des malades, me semblent dus à trois causes principales :

1° Au climat de Banyuls vraiment exceptionnel, où les malades vivent dans un air chaud d'une absolue pureté, qui est à la fois celui de la montagne et celui de la mer et qui, comme l'a fait remarquer le savant Dr Ludovic Martinet, est « éminemment favorable aux scrofuleux, aux lymphatiques, aux rhumatisants à tous les degrés » ;

2° A cette circonstance qu'au lieu d'être, comme à Berck et dans beaucoup d'autres stations maritimes, une plage à dunes et à sables très fins, dont les poussières, soulevées par les vents ou en suspension dans l'atmosphère, irritent constamment des muqueuses déjà malades, la plage de Banyuls est composée mi-partie de galets, mi-partie de sables moins fins, plus consistants, mieux immergés, et se trouve par suite à l'abri de ce très grave inconvénient ;

3° Enfin, probablement aussi, à ce fait que la Méditerranée contient une quantité de principes salins beaucoup plus considérable que les autres mers, — 43 gr. 735 par litre, — tandis que l'Océan n'en renferme que 38 gr. 727, même sur les points où il est le plus salé, et la Manche moins encore, 32 gr. 657 seulement.

Quoi qu'il en soit des causes, les faits sont là (2).

(1) Le *Règlement du service intérieur de l'hôpital de Berck* du 30 juin 1869 dispose en effet, dans son article 5, que : « Ne peuvent être admis à l'hôpital de Berck les scrofuleux atteints de *kérato-conjonctivite aiguë ou chronique, de blépharite ciliaire, d'otorrhée, d'eczéma impétigineux aigu ou chronique* et *d'impetigo rodens.* »

En présence des échecs persistants constatés à cet égard dans cette station maritime, on avait d'abord cru pouvoir considérer ces affections comme non justiciables du traitement marin ; mais on n'avait pas tardé à soupçonner que ce devaient être plutôt des contre-indications locales, et l'Assistance publique avait elle-même pris soin d'accompagner ces exclusions des réflexions suivantes, insérées en note au bas du règlement de 1869 :

« *Les kérato-conjonctivites* et *les blépharites* comptent parmi les manifestations les plus « fréquentes de la diathèse scrofuleuse, et l'on serait d'autant plus fondé à s'étonner « de les voir exclues, qu'il semble résulter de faits observés dans quelques hôpitaux « maritimes installés sur les bords de l'Adriatique, que les ophtalmies scrofuleuses y « sont très heureusement modifiées ; *mais 8 ans d'expérience ont appris qu'à Berck, au « contraire, les ophtalmies sont plutôt aggravées qu'améliorées.* On ne saurait expliquer « des résultats aussi contradictoires que par une différence probable dans la nature « des plages : falaises et galets d'un côté, dunes de l'autre ; c'est-à-dire, dans ce dernier « cas, qui est celui de Berck, *atmosphère presque constamment chargée de sable fin soulevé par les vents de mer.*

« Même observation pour *l'otorrhée simple* que pour les kérato-conjonctivites et les « blépharites.

« Jusqu'à ce jour, les observations recueillies à Berck n'ont pas plaidé en faveur du « traitement maritime appliqué *aux scrofulides de la peau, bénignes ou malignes,* telles « que *l'eczéma impétigineux* et *l'impetigo rodens ;* il semble même qu'elles aient été par- « fois *exagérées, soit par l'atmosphère maritime, soit plutôt par les sables qu'elle tient en « suspension.* » Règlement du service intérieur de l'hôpital de Berck. p. 4 et 5.

(2) Il existe, à vrai dire, à Banyuls, quelques contre-indications très restreintes, que je tiens à signaler aussi, en toute impartialité et bonne foi, dans l'intérêt des malades et de la vérité scientifique... à raison peut-être de la sécheresse de son atmosphère, ce

S'il guérit merveilleusement, — comme on vient de le voir et comme en témoignent les photographies prises à l'entrée et à la sortie, — les tuberculoses locales, même les plus graves, ainsi que les cas de rachitisme traités dès le début — entre 2 et 4 ans —, le traitement marin à Banyuls est plus efficace encore en ce qui concerne *la prophylaxie de la tuberculose proprement dite.* La photographie, qui rend d'une manière si frappante à nos yeux les guérisons de plaies et les redressements de membres déformés, est, il est vrai, impuissante à révéler complètement les transformations internes du grand nombre des *prétuberculeux*, de ceux précisément qui retirent le meilleur profit du traitement marin.

Mais nos statistiques y suppléent, en montrant que c'est précisément dans cette catégorie de sanatoriés qu'on arrive aux plus beaux résultats : *de 84 à 90 0/0 de guérisons et de 10 à 15 0/0 d'améliorations notables*, qui, sans les retraits prématurés, deviendraient vite des guérisons complètes et définitives; ce qui éléverait *à 100 0/0* le pourcentage de celles-ci.

Comment, en effet, un agent thérapeutique, ou, pour mieux dire. hygiénique d'une telle puissance, qui produit de véritables résurrections, comme celles qu'attestent les photographies ci-jointes. prises au hasard entre bien d'autres, rénovant des constitutions à ce point délabrées et refaisant des organismes déjà aux trois quarts détruits par la tuberculose, ne suffirait-il pas à fortifier, à consolider, à mettre en état de résister victorieusement au bacille des constitutions simplement délicates et menacées?

C'est, d'ailleurs, ce que les faits démontrent de la façon la plus irrécusable.

climat, malgré sa douceur relative, ne paraît pas convenir aux phtisiques à constitution excitable, à réaction fébrile, ni aux hémoptysiques, ni, d'une manière générale. aux phtisiques arrivés à la troisième période de leur maladie.

Mais, les phtisiques n'étant point admis au Sanatorium de Banyuls, la direction de cet établissement n'a guère à s'en préoccuper.

Ces contre-indications ne semblent d'ailleurs pas être particulières à Banyuls.

M. le Dr E. QUINTARD
à Angers

## URÉOMÉTRIE CLINIQUE [612.461.17]

— *Séance du 10 août* —

J'appelle uréométrie clinique un procédé permettant le dosage de l'*urée* au lit du malade d'une façon aussi rapide que précise. Ce produit excrémentitiel, cendre du foyer qu'est notre organisme, varie nécessairement suivant l'activité de nos combustions. Un adulte, en bonne santé, en fabrique normalement de 20 à 25 grammes par litre. Dans l'état de maladie, toutes les fois que la température augmente, la production de l'urée s'accroît. C'est ce qu'on observe dans les affections aiguës accompagnées de fièvre, dans la pneumonie, la pleurésie, le rhumatisme articulaire, la fièvre typhoïde, etc. Dans les affections chroniques, où l'activité physiologique décline journellement, le taux de l'urée s'abaisse proportionnellement jusqu'aux dernières limites, présage d'une fin prochaine. Sans que cela soit une dérogation à la règle, certaines affections se comportent, au regard de l'urée, d'une façon spéciale. Ainsi, dans l'épilepsie, tous les excreta urinaires sont augmentés après l'attaque, même quand l'attaque est une épilepsie partielle symptomatique; au contraire, ils sont diminués après les attaques d'hystérie qui ralentissent la nutrition, même lorsqu'il s'agit d'une attaque convulsive réduite. De là un moyen précieux de diagnostic différentiel. Par ailleurs, chez les diabétiques, l'azoturie, résultat d'une désassimilation exagérée, atteint parfois le chiffre décourageant de 100 à 150 grammes d'urée en vingt-quatre heures! Dans les néphrites profondes, l'explosion des accidents ultimes est ordinairement précédée d'un abaissement de l'urée, indice qu'il est bon de connaître.

Je n'insisterai donc pas sur l'intérêt considérable que présente, pour le clinicien soucieux de s'éclairer, la recherche du taux de l'urée. Depuis longtemps, les chimistes se sont mis à l'œuvre, afin de doter la science d'un appareil permettant d'obtenir un résultat précis. Aucun des nombreux appareils existants à ce jour, et je n'entends pas en critiquer la valeur, car l'uréomètre d'Yvon, pour

ne citer que celui-là, est aussi exact que possible, n'ont pu cependant déterminer le médecin à pratiquer d'une façon courante au lit du malade la recherche de l'urée; aucun d'eux, en effet, n'est clinique, c'est-à-dire simple, précis et rapide. Le praticien est resté désarmé. Le tube d'Esbach répondrait peut-être à ses besoins journaliers, si, avec une grande habitude des manipulations, il n'exigeait pas, malgré son apparente simplicité, l'emploi d'accessoires variés, tels que : cuve à eau, pipette graduée, pouce de caoutchouc, etc. Il est, de plus, dangereux, car, lorsqu'on élève le tube retourné à la hauteur des yeux, pour se rendre compte de la réaction, on risque d'être aveuglé par un jet d'hypobromite, ce qui faillit m'arriver. Brouillé avec l'uréomètre d'Esbach, je résolus d'en fabriquer un de ma façon et, pour ne pas échanger un cheval borgne contre un aveugle, je m'appliquai à le rendre aussi simple, aussi précis et, surtout, aussi expéditif que possible.

Un bon dosage, par décomposition de l'urée en ses éléments, doit satisfaire à deux exigences : dégagement de l'azote autant que faire se peut; mesure exacte du volume gazeux. Grâce aux travaux de Knop, d'Hüfner et d'Yvon, on possède dans l'hypobromite de soude un réactif qui dégage, à froid, d'une solution d'urée, 92 o/o du chiffre théorique de l'azote. C'est un des meilleurs rendements qu'on ait obtenus. Aussi est-ce une solution de ce réactif que j'emploie. Pas plus que les autres, cette solution ne se conserve longtemps, alors même qu'elle est placée dans un endroit frais et obscur, car l'hypobromite, par absorption d'oxygène, se transforme assez rapidement en bromate alcalin. Il ne faut donc en préparer que de petites quantités à la fois.

En ce qui concerne l'appareil proprement dit, après quelques tâtonnements je m'arrêtai au dispositif suivant, qui présente le grand avantage de pouvoir être improvisé : Dans le col d'un flacon en verre, de volume quelconque, je fixe un obturateur de caoutchouc percé d'un trou central et, à travers ce trou, j'introduis à frottement doux, jusqu'au fond du vase, un tube de verre de quarante centimètres environ de longueur. Un point. C'est tout! On a déjà compris que la solution d'hypobromite introduite dans le flacon, refoulée de bas en haut au moment du dégagement de l'azote, devra monter dans le tube à une hauteur correspondant au volume de gaz obtenu. Mais il importait, pour arriver à ce résultat d'une façon utile, de trouver le moyen de mettre le réactif et l'urine en présence, sans favoriser la moindre déperdition d'azote. Or, l'effervescence est tellement rapide que l'introduction de l'urine dans l'appareil ouvert,

si prompte qu'en soit la fermeture, est une faute. Pour résoudre le problème, j'eus l'inspiration de me servir de la seringue de Pravaz, qui non seulement me permettait d'opérer efficacement en vase clos à travers l'obturateur de caoutchouc, mais encore, du même coup, me dosait exactement le centimètre cube d'urine sur lequel je comptais agir. Mon appareil était trouvé !

Un mot maintenant sur la manière de procéder pour réussir un dosage d'urée avec ce dispositif. On remplit, à moitié, de solution d'hypobromite, le flacon, que l'on bouche avec l'obturateur, à travers lequel on fait glisser le tube jusqu'à affleurement du fond du vase. On fait monter la solution, en enfonçant plus ou moins le bouchon, au niveau de la première graduation du tube divisé en centimètres cubes et on pousse doucement l'injection à travers l'obturateur : je dis doucement, car il est nécessaire que l'effervescence se produise à la surface de la solution pour qu'aucune bulle de gaz ne soit entraînée avec les couches inférieures refoulées. On agitera légèrement pour terminer la réaction et, dès ce moment, on pourra lire le volume d'azote dégagé, car il est représenté dans le tube, par une quantité correspondante de solution déplacée, dont on aura soin de défalquer un centimètre cube, en raison de l'injection d'urine faite dans l'appareil.

Pour avoir la teneur en urée par litre, sachant qu'un gramme d'urée produit environ 350 centimètres cubes d'azote, on multipliera par 1000 le volume de gaz obtenu et on divisera par 350. Mais je m'empresse d'ajouter qu'avec une formule qui consiste à multiplier par 2,50 le volume d'azote dégagé on trouvera plus rapidement un produit plus exact. Voici pourquoi : Le procédé par l'hypobromite est moins un procédé de dosage de l'urée que des matières azotées de l'urine. De plus, au lieu de 370, chiffre théorique de l'azote, on n'obtient qu'un rendement variant autour de 350 centimètres pour un gramme d'urée. En outre, il faudrait tenir compte de la température, de la pression barométrique et de celle exercée par la colonne d'hypobromite sur le volume gazeux, quoique cependant cette dernière soit négligeable si l'on a pris soin de graduer le tube préalablement en injectant avec la seringue de Pravaz autant de cylindrées d'air qu'on veut obtenir de divisions en centimètres cubes. Or, après avoir calculé la valeur approchée de ces diverses causes d'erreur, je crois pouvoir, à l'exemple d'Yvon, les compenser de façon que chaque centimètre cube d'azote (étant entendu que j'opère sur un centimètre cube d'urine) représente 2 gr. 50 d'urée par litre.

J'ai sérieusement contrôlé, au moyen de solutions titrées d'urée et

par des expériences comparatives avec un appareil de laboratoire éprouvé, les résultats fournis par mon uréomètre ; je puis assurer qu'ils sont aussi exacts que rapides.

J'ose donc espérer qu'un appareil qui permet de doser l'urée en quelques secondes et qui à des qualités sérieuses de précision joint l'avantage de pouvoir être improvisé, sera, pour la clinique, une bonne acquisition.

---

M. le Dr QUINTARD
à Angers

## LE PAIN BROMURÉ ET DÉCHLORURÉ DANS LE TRAITEMENT DE L'ÉPILEPSIE ET DES DIVERSES AFFECTIONS NERVEUSES

[616.853:615.582.2]

— *Séance du 10 août* —

En novembre 1899, MM. Richet et Toulouse proposaient à l'Académie des Sciences de combiner le traitement de l'Épilepsie, par les bromures alcalins, avec une alimentation aussi réduite que possible en chlorures. Le raisonnement qui les avait induits à cette conception thérapeutique était le suivant : L'action d'une substance médicamenteuse sur la cellule organique doit être d'autant plus intense que cette cellule aura plus d'avidité pour cette substance. Or, cette avidité sera d'autant plus grande, pour les alcalins thérapeutiques par exemple, qu'elle n'aura pu s'exercer préalablement sur d'autres alcalins alimentaires. C'est pourquoi, en déchlorurant le régime d'un épileptique, on aura des chances pour le voir devenir plus sensible à l'action du bromure. Cette vue de l'esprit était d'autant plus réalisable que des expériences ont démontré que le chlore se substitue physiologiquement au brome et *vice-versa*, dans notre organisme. D'autre part, il semblait d'autant moins périlleux de diminuer chez un malade l'apport des chlorures alimentaires, que certaines peuplades africaines ignorent l'usage du sel; que les naturels des îles Fidgi, en Océanie, ont pour le sel une telle aversion qu'ils vont jusqu'à faire dessaler le poisson de mer avant de le manger; et cependant, les uns et les autres n'en sont pas moins vigoureux et

sains. Du reste, le résultat des expériences entreprises ne tarda pas à rassurer les auteurs de cette conception. L'un d'eux, Toulouse, dans la *Revue de Psychiatrie* de janvier 1900, fournit bientôt les résultats très satisfaisants obtenus chez vingt sujets soumis au traitement nouveau, dont les accès avaient diminué de 92 o/o! A partir de cet encourageant succès, on expérimenta de tous côtés la méthode. A la Société de Médecine d'Angers, M. le Dr Baruk, médecin-adjoint de l'Asile de Sainte-Gemmes, l'ayant appliquée à ses épileptiques, trouvait, dans plusieurs cas, que le résultat dépassait toutes les espérances. Je dois à la vérité d'ajouter que, dans des interventions ultérieures, les résultats n'ont pas été aussi brillants que les premiers essais pouvaient le faire espérer. Mais il est désormais admis que, si le traitement bromuré, aidé par l'hypochloruration, n'est pas souverain — hélas! combien en connaissons-nous? — il donne des résultats bien supérieurs aux autres traitements.

Ce mode d'emploi du bromure peut donc être considéré comme une brillante et définitive conquête de l'art de guérir. Il restait à trouver cependant la formule agréable aux malades. Ceux-ci, en effet, dans les différents essais que j'ai dû faire, se montraient d'autant plus friands du sel dont on les privait, qu'ils étaient plus touchés par la névrose! Telle l'appétence des alcooliques pour les liqueurs fortes quand les circonstances leur font une loi de s'en priver. Suivant Toulouse, qui a serré de près la question, la ration alimentaire normale, en dehors du sel surajouté pour la satisfaction de notre palais ou le besoin de notre économie, contiendrait encore deux grammes de chlorure sodique. On n'a donc pas à craindre les effets d'une suppression radicale, dans un organisme habitué à l'imprégnation de cet excitant. Aussi, le régime lacté mixte sera une excellente façon d'amorcer le traitement par l'hypochluration. Malheureusement, il arrive fréquemment que le malade, un peu déséquilibré, se décourage et refuse de le continuer, quelquefois, au moment où les bons effets commencent à s'en faire sentir. Bien supérieur donc serait un régime dont le malade ne se fatiguerait jamais et qu'à la rigueur il pourrait subir à son insu. Cette formule thérapeutique, je crois l'avoir trouvée pour l'épilepsie et les diverses affections nerveuses, par la substitution du bromure au chlorure de sodium dans le pain de froment ordinaire. Une difficulté de fabrication se présentait; elle a été tournée en mettant en œuvre la levure à la place du levain et, sans grand apprentissage, par un tour de main auquel il faut être initié, on obtient un pain doré, léger, un peu fade encore peut être pour les délicats, mais suffisamment savou-

reux pour que, souvent, je sois parvenu à en faire manger sans que le palais de l'intéressé s'en aperçût.

Les résultats que j'ai obtenus, grâce à l'emploi de ce pain, sont tout à fait concordants avec les résultats annoncés par les initiateurs de la nouvelle méthode et ne peuvent qu'encourager les médecins à l'employer, non seulement dans le traitement du mal comitial, mais encore dans celui de toutes les affections nerveuses tributaires du bromure qui est, entre tous, l'agent modérateur du système nerveux le plus maniable.

---

## M. le Dr FOVEAU DE COURMELLES

à Paris

### INFLUENCE DES DIVERSES LUMIÈRES SUR LES MICROBES PATHOGÈNES

[616.0221.374]

— *Séance du 10 août* —

Désireux de constater s'il y a parallélisme entre le pouvoir photogénique des sources lumineuses et leur pouvoir bactéricide, et après une étude comparative du premier pouvoir, communiquée par nous à l'Institut, le 21 juillet 1902, et au Congrès de Montauban, en août suivant, nous avons soumis à l'action de diverses sources lumineuses, chaudes, froides ou refroidies, le micrococcus prodigiosus. Même sur ce bacille, ainsi que dès 1897, nous le faisions remarquer dans notre *Traité de radiographie*, les résultats sont contradictoires.

Voici rapidement ceux des divers auteurs et notamment ceux de l'Institut photothérapique de Copenhague, en ce qui concerne l'infiniment petit qui nous a servi expérimentalement :

Le micro-organisme, dont la résistance a été essayée, était le « prodigiosus ». L'âge de la culture joue un certain rôle : les cultures jeunes sont beaucoup moins résistantes que les vieilles et il suffit de quelques heures de différence dans l'âge pour voir la résistance augmenter au point de nécessiter un temps d'exposition cinq à six fois plus long. La température a également son importance et les germes sont plus vites tués à 45° qu'à 30°, ce qui pourra avoir un résultat pratique dans le traitement photothérapique des affections

cutanées. En résumé, le résultat d'un grand nombre d'expériences a été qu'avec une lumière d'une force connue et dans les conditions spéciales indiquées, les germes de « prodigiosus » d'une culture âgée de trois heures sont tués en soixante secondes. Si la culture est âgée de dix à quatorze heures, le temps nécessaire est de trois à cinq minutes. A 45°, la stérilisation est obtenue en trente secondes.

Voici maintenant les résultats de nos expériences faites avec le Dr P. Barlerin, bactériologiste. (Institut de France, 27 juillet 1903) (1) :

*Première expérience,* le 3 juillet.

3 tubes ensemencés avec du micrococcus prodigiosus (date de la culture le 2 juillet), culture jeune.

Tube 1. — Exposé 35 minutes à 50 cent. de lumière bleue, 1A5. Pas de résultat, ni arrêt, ni retard.

Tube 2. — Exposé 30 minutes à l'arc refroidi; radiateur Foveau-Noé, 5 ampères, retard.

Tube 3. — Exposé 40 minutes à 35 cent. de la lampe Nernst, 1/2 A; ni arrêt, ni retard. (Cette lampe à l'air libre est plus photogénique que la lumière bleue.)

*Deuxième expérience,* le 6 juillet.

2 tubes (micrococcus prodigiosus), culture jeune, de la veille.

Tube 1. — 30 minutes à 20 cent. lumière bleue, température 31°, retard.

Tube 2. — 30 minutes à 7 cent. de lampe Nernst, température 37°, rien.

*Troisième expérience,* le 11 juillet.

1 tube de prodigiosus, exposé 45 minutes à 10 cent. de lumière bleue, température 42°, culture agée, datant du 6 juillet, arrêt.

*Quatrième expérience,* le 17 juillet.

1 tube prodigiosus, culture jeune, exposé 45 minutes à 10 cent. de lumière bleue, température 43°, pas d'arrêt, mais retard de 4 heures dans le développement.

1 tube exposé 45 minutes à 15 cent. de l'ampoule de Crookes (rayons X), pas de retard, ni d'arrêt.

*Cinquième expérience,* le 23 juillet.

1 tube prodigiosus, culture âgée du 17 juillet, exposé 45 minutes à 10 cent. de lumière bleue, température 42°, pas d'arrét, mais retard de 3 heures.

Nos conclusions (Barlerin et Foveau de Courmelles) pour le prodigiosus sont donc :

La lumière bleue donne un retard, l'arc aussi (celui-ci dans des expériences antérieures à plus fort ampérage a donné l'arrêt, c'est la source la plus puissante).

(1) Les cultures étant placées dans des tubes de verre, il y avait beaucoup de rayons chimiques absorbés, mais les résultats restent *comparables.*

La lampe Nernst et les rayons X, non (ces deux sources lumineuses sont cependant très photogéniques).

Le retard est plus accentué quand l'action de la lumière est combinée avec la chaleur; peut-être aussi avec l'âge des cultures et, dans ce cas, en contradiction avec les précédents observateurs. Ces recherches seront reprises avec des microbes pathogènes, dont on vérifiera, après traitement photogénique, la variation de nocivité par l'injection aux animaux.

Le parallélisme du pouvoir photogénique et du pouvoir bactéricide ne semble donc pas exister. La question de composition des verres déjà signalée par Marat en 1782, lors de ses expériences de lumière dans le vide barométrique, reprise par Radiguet en 1897, joue certainement un grand rôle, la perméabilité aux rayons chimiques étant fortement influencée par cette composition.

Le D[r] Kayser, de Vienne, après Minine, de Saint-Pétersbourg, a obtenu des noircissements photographiques et des neutralisations de culture à travers des dos de patients à des distances de 5 mètres pour une durée de 30 minutes. Ses lampes étant de 50 bougies, comme les nôtres, mais de construction spéciale non publiée, la divergence de nos résultats et des siens doit tenir à la composition de ses lampes.

Voici encore, à titre documentaire, quelques récentes expériences de divers auteurs sur la question, à commencer par le professeur Finsen, de Copenhague.

En répétant maintes fois l'expérience, Finsen a pu conclure que la lumière solaire concentrée était quinze fois plus active que l'autre et que l'arc voltaïque l'était plus encore. L'ultra-violet est trois cent soixante fois plus microbicide.

La bactéridie charbonneuse est détruite au bout de vingt-cinq à trente heures d'exposition au soleil; le bacille de Koch, celui de Lœffler perdent de leur virulence.

Si on inocule à des cobayes le micobe de la tuberculose et qu'on en expose une partie à la lumière (soleil, arc, rayons X), les autres restant dans l'obscurité, les premiers guérissent, les autres succombent. Le choléra et la fièvre typhoïde se comportent inversement, en cela d'accord avec les données cliniques,

M. J. Rudis-Jicincky a fait diverses expériences bactéricides avec les rayons X. Des crachats de tuberculeux furent enfermés dans des vessies de poisson et on les exposa ensuite aux rayons X. On trouva, en général, que l'action des rayons tuait le bacille de la tuberculose quand celui-ci se trouvait dans un milieu acide. On fit, après, une autre série d'expériences sur les lapins et les cobayes, qu'on exposait

aux rayons. Dans le 40 o/o des animaux ainsi traités et tués après deux années, l'autopsie démontra que la cure (dans le véritable sens du mot) du processus tuberculeux s'était produite. L'auteur compléta ses expériences en traitant avec les rayons X vingt cas de tuberculose pulmonaire. Entre ceux-ci, un seul malade succomba, dans l'espace de l'année, à cause de tuberculose des intestins; un autre se tua; quatre ne présentèrent d'amélioration de quelque sorte, pendant que tous les autres se portaient relativement bien à la date du rapport. Ces expériences ne sont pas concluantes, comme d'autres que nous aurons à envisager tout à l'heure.

M. Bang a repris ses recherches sur l'influence, notamment de la lumière sur les microbes, de la lumière spéciale de sa lampe à arc de fer (1901). Mon radiateur chimique, le premier en date (1900) et le seul qui se prête à toutes les transformations, m'a permis également de mettre un charbon positif à arc de fer, sans circulation d'eau; la température au point où doit être placé le malade est de 42° et brûle par conséquent; l'action microbienne n'est que superficielle et actuellement tous les observateurs, inventeurs ou utilisateurs des lampes photothérapiques, à électrodes de fer, sont d'accord (Bang, Chatin, Jansen). Ces phénomènes de destruction, à la « surface des cultures » sont rapides et nettes, mais profondément, il ne se produit plus rien; aussi faut-il rejeter l'emploi de ces appareils pour la cure des tuberculoses même peu profondes, alors qu'au contraire l'arc et certaines lampes bleues agissent dans l'intimité des tissus (Minine, Kayser...).

Selon les expériences de Kattenbracker, la lumière électrique incandescente pourrait, du reste, empêcher lé développement des cultures bactériques, et ce, malgré le peu de rayons chimiques qu'elle donne, même si son filament est à l'air libre, comme dans la lampe Nernst, que j'ai essayée; les animaux, inoculés par la pustule maligne et avec la diphtérie, ne succombent pas lorsqu'ils sont tenus dans une caisse illuminée à l'intérieur par des lampes électriques, chacune de la force de quinze chandelles normales. M. Drigalski, cependant, a trouvé que les animaux inoculés avec le B. anthracis mouraient après 48 à 60 heures, lorsqu'on faisait tomber sur eux chaque jour, pendant une heure, les rayons électriques, et après 50 à 60 heures, si cette application durait une demi-heure par jour. Les animaux de contrôle mouraient seulement après 70 à 76 heures. Les animaux infectés présentaient, après deux à quatre minutes, une forte transpiration; selon lui, c'est l'épuisement provoqué par la transpiration profuse qui amène la mort.

Ces expériences, d'aspects parfois contradictoires, se complètent des expériences de pénétration de la lumière dans l'organisme, à travers la main, dans les cavités... (Onimus, Solucka, Gebhard, Pflüger, Casenave, Ratier, Jurie, Fonssagrives, Aubinois...) Ainsi le Dr Dobrjanski, directeur de l'Institut Photothérapique, aurait obtenu avec le radiateur chimique Foveau-Noé, à travers le crâne à l'autopsie, et à travers l'abdomen, chez une vivante, avec du papier positif, des photographies du cerveau et du vagin. Il m'a envoyé des photographies dont une des photogravures est jointe à la présente communication. La pénétration profonde de la lumière étant



Fig. 1. — Cerveau photographié à travers le temponal (papier sensible glissé entre l'os et le cerveau chez le cadavre). Dr Dobrjanski avec le radiateur Foveau

démontrée d'une part, et de l'autre l'action bactéricide, l'action thérapeutique de la lumière dans les affections microbiennnes en découle forcément. Et l'électricité — depuis que j'ai transformé complètement la technique et l'outillage de Finsen — étant un mode simple et peu coûteux de production de la lumière thérapeutique, je complète cette communication par un autre mémoire sur la photothéraphie, présenté à la section d'Électricité Médicale.

M. le Dr Émile BRUMPT

Préparateur de parasitologie à la Faculté de Médecine de Paris

## STATISTIQUE MÉDICALE FAITE DANS UN VOYAGE A TRAVERS L'AFRIQUE TROPICALE (NOTE PRÉLIMINAIRE) [616(67)]

— *Séance du 11 août* —

Dans le voyage que nous avons accompli en qualité de médecin et de naturaliste de la Mission du Bourg de Bozas, nous avons eu l'occasion d'observer un grand nombre de races africaines. Nous allons passer rapidement en revue, dans ces notes, les maladies les plus fréquemment rencontrées et leur influence sur les différents peuples.

Notre escorte se composait de Swahilis de Zanzibar, de Soudanais, de Somalis de Djibouti, enfin d'Abyssins et de Gallas; nous avons pu les étudier pendant longtemps. D'autre part, en parcourant en différents sens les pays Somalis, Gallas, Abyssins, Chankallas et Nilotiques, puis de l'Est à l'Ouest tout le Congo belge, de Doufilé, sur le Nil, jusqu'à l'embouchure du grand fleuve, nous avons pu étudier la pathologie des races qui les habitent.

Nous allons passer en revue les différentes maladies observées, en suivant l'ordre habituellement suivi dans les ouvrages de pathologie exotique.

Paludisme. — Le paludisme se contracte dans toutes les régions d'Afrique où se trouvent des indigènes impaludés et où peuvent vivre les moustiques du genre Anophèles. Dans les régions désertes et malgré l'abondance de ces insectes, le paludisme ne se contracte pas. Nous n'avons jamais trouvé d'Anophèles au delà de 2000 mètres d'altitude; c'est à cette altitude que l'on cesse également de contracter les fièvres.

Tous les indigènes de l'Afrique, sans exception, contractent les différents parasites du paludisme; ils sont sujets tout comme les Européens aux formes tierce, quarte, maligne, etc.; seulement, tandis que certaines races (Nilotiques, Bantous) résistent très bien à la maladie, d'autres races (Éthiopiens, Gallas, Somalis) y résistent

fort mal et ne peuvent s'acclimater que très difficilement dans les régions malsaines.

Au Congo, par exemple, et sur les bords du Nil, le paludisme est fréquent chez les enfants et, malgré cela, les lésions cutanées et les hypertrophies de la rate sont rares, la mortalité très faible. Dans le pays somali, au contraire, chez les Djébertis et les Gallas, la mortalité infantile dans les régions fiévreuses est très grande; presque tous les adultes sont atteints d'hypertrophie de la rate et sont sujets à toutes les complications du paludisme.

Dans notre escorte, tous nos Somalis, Gallas et Abyssins ont eu des formes graves de fièvre; les Soudanais et les Swahilis ont, au contraire, très bien résisté; mais cela tient probablement à ce fait que les premiers contractaient la fièvre pour la première fois, tandis que les seconds étaient en quelque sorte immunisés par les attaques qu'ils avaient dû avoir autrefois dans leur pays natal.

Dysenterie. — La dysenterie se rencontre sporadiquement partout; elle semble liée, comme le paludisme, à la présence de l'homme; nous avons toujours observé des cas, chez nos hommes, dès que nous arrivions dans des régions peuplées. Cette maladie est commune au Congo, où malheureusement beaucoup d'européens lui payent tribut. ainsi qu'aux abcès du foie qui la compliquent fréquemment. Nous avons observé à l'autopsie un abcès du foie gros comme une tête d'enfant chez un nègre atteint de dysenterie chronique et de bilharziose.

On doit toujours faire l'examen microscopique des selles, pour distinguer cette affection des maladies produites par la Bilharzie ou l'Uncinaire, ou encore par diverses intoxications alimentaires produites par le Sorgho ou le Manioc. Ces diverses affections peuvent d'ailleurs servir de porte d'entrée à la dysenterie vraie, car, si nous admettons que celle-ci est produite par un Amibe spécifique qui se nourrit de globules rouges, les évacuations sanguines de toutes natures peuvent favoriser son développement et augmenter sa virulence, s'il se trouve à l'état latent dans l'organisme, comme certains auteurs le prétendent.

Goitre. — Nous avons rencontré le goitre kystique dans les hautes régions montagneuses de l'Abyssinie et de ses contreforts méridionaux. Nous n'en avons pas vu au Congo; cependant le Dr Zerbini en a observé un cas à Bazoko, pendant un séjour de trois ans qu'il a fait dans cette région. Les gens atteints de goitre

vivent en Abyssinie dans des montagnes d'origine volcanique et boivent l'eau des nombreuses sources qui ruissellent dans ces régions.

TUBERCULOSE. — Les nègres, qui deviennent si facilement tuberculeux dans nos climats, semblent peu sujets à la tuberculose dans les régions tropicales, même dans les froides régions d'Abyssinie. Au point de vue clinique, nous avons observé deux ou trois cas, chez des Somalis et Abyssins, de bronchite ancienne localisée aux sommets des poumons, qui auraient été considérés comme de la bacillose en Europe. L'examen des crachats ou des inoculations n'a malheureusement pu être fait.

Les affections scrofuleuses sont par contre très répandues, surtout en Abyssinie et dans les régions somalies pauvres.

PNEUMONIE. — Cette maladie est très fréquente chez les Noirs; elle évolue avec une rapidité extraordinaire et se termine très fréquemment par la mort. Nous l'avons observée quelquefois aussi comme complication de diverses infections intestinales. Elle m'a semblé plus fréquente au Congo qu'en Abyssinie, où le climat est rude, mais, où les indigènes prennent plus de précautions hygiéniques.

ROUGEOLE ? — Il existe en Abyssinie une maladie curieuse nommée *Couffigne* par les indigènes; certains prétendent la contracter d'une maladie similaire du bœuf. Elle présente certaines analogies avec la rougeole mais semble s'en écarter par la fréquence des accidents herpétiques buccaux. C'est une maladie bénigne.

VARIOLE. — Cette maladie frappe, sous forme d'épidémies plus ou moins meurtrières, suivant les cas, presque toutes les régions. Les Abyssins connaissent la variolisation.

MALADIES CUTANÉES. GALE. — Cette maladie se rencontre sporadiquement dans toute l'Afrique. C'est en Abyssinie que nous l'avons rencontrée le plus souvent; elle se guérit facilement par les frictions à la pommade soufrée. Chez les individus sales, elle est souvent accompagnée de lésions eczémateuses.

Dans certaines régions de savanes, les indigènes sont atteints d'affections papuleuses prurigineuses produites par des plantes. Nous n'avons pu déterminer par quelles plantes ces lésions étaient produites. La guérison s'obtient rapidement par des onctions grasses.

Craw-Craw. — Nous avons rencontré cette affection pour la première fois, d'une façon bien nette, aux abords du Nil. Elle abonde partout dans la région congolaise. Chez les indigènes, on dirait une gale invétérée croûteuse, mais les sièges, l'élection, ne sont pas les mêmes. C'est une sorte de pyodermite qui se transmet par le grattage. Nous n'avons jamais trouvé dans les petites pustules les filaires qu'y ont décrit certains auteurs. Comme les plaies qui se produisent par le grattage se guérissent difficilement, elles servent quelquefois d'entrée aux bacilles du phagédénisme; il en résulte alors des ulcères les uns à bords taillés à pic, les autres bourgeonnants en voie de guérison. Certains auteurs ont décrit ces ulcérations comme caractéristiques du craw-craw; il n'en est rien; ce sont simplement des complications accidentelles; ce sont des ulcères phagédéniques.

Nous avons mis en bonne voie de guérison plusieurs cas de craw-craw par des pansements à l'acide picrique en solution à saturation dans l'alcool à 45°.

Psoriasis. — Nous avons vu deux cas de psoriasis à grandes plaques chez des indigènès Mobengué, au poste de Bouta (Congo belge).

Herpès circiné. — Depuis Djibouti jusqu'au Nil, les Bœufs sont fréquemment atteints d'une Teigne produisant des placards arrondis, grands quelquefois comme la paume de la main. Le champignon qui la produit vit à l'intérieur des poils et non à la surface, comme le font en général les parasites des autres teignes animales.

Ce champignon est contracté par l'homme et donne des amas concentriques comparable à l'herpès circiné de nos pays, mais beaucoup moins squameux.

Nous avons observé une seule fois à Ibembo, sur l'Itimbiri (Congo belge), sur la tête d'un enfant indigène, des plaques d'un blanc grisâtre, circulaires, produites par une tondante ressemblant beaucoup à la teigne à petites spores de nos pays. D'après cet enfant, la maladie serait assez commune dans la mission où il avait été élevé et où il avait contracté cette affection.

Une teigne qui, cliniquement, semble identique à la teigne à grosses spores, de Sabouraud, est très répandue partout depuis la Mer Rouge jusqu'à l'Atlantique.

Nous n'avons jamais observé le favus, qui est par contre si commun dans l'Afrique septentrionale.

Mycétome a grains noirs. — Nous avons observé plusieurs cas de cette curieuse affection dans le pays Somali et au sud du pays Galla-Aroussi. Nons avons eu la bonne fortune de montrer que cette maladie peut se guérir spontanément chez les noirs. Cette guérison spontanée, qui n'avait jamais été observée dans l'Inde, est peut-être due à la facilité plus grande que possède la race noire de faire des tissus de sclérose.

Mycétome a grains blancs. — Nous avons observé un seul cas à Robabouta au sud des pays Galla-Aroussi. Cette maladie est produite par un champignon bien différent du précédent et qui se rapproche beaucoup de celui qui produit l'actinomycose.

Lèpre. — Cette maladie existe partout, mais est assez rare. La forme tuberculeuse est la plus commune. Nous avons été frappé de son peu de contagiosité, étant donnée la promiscuité absolue dans laquelle vivent les indigènes. La lèpre nerveuse est assez commune au Congo.

Syphilis. — Tous les Noirs peuvent contracter la syphilis. Cette maladie, rare dans les régions où les gens mènent une vie nomade, est extrêmement répandue dans les autres contrées, surtout en Abyssinie et au Congo. D'une façon générale, on peut dire que les nègres supportent mieux la syphilis que les blancs, car, parmi les centaines de cas que nous avons pu observer, nous n'avons vu que très peu de lésions tertiaires. Nous n'avons jamais observé non plus de formes nerveuses tardives.

Pian ou Frambœsia. — Cette curieuse maladie tropicale, qui sur tant de points simule la syphilis, est très répandue au Congo et dans le bassin du Nil. Nous ne l'avons jamais observée dans notre voyage avant d'arriver dans le pays Choulli, qui se trouve à environ 300 kilomètres à l'Est du Nil.

Nous avons vu un grand nombre de cas de cette affection et, pour notre part, nous croyons qu'un grand nombre d'exostoses, de torsions osseuses tardives, d'ulcérations nasales, doivent leur être rattachées, car nous les avons observées dans des cas où la syphilis semblait pouvoir être éliminée.

Nous avons cultivé sur manioc et sur patate douce un microcoque que nous n'avons pas réussi à inoculer à l'homme. Cette maladie n'inspire aucune frayeur aux indigènes, qui la considèrent comme devant plus on moins fatalement les atteindre un jour ou l'autre.

Les pansements à l'acide picrique et l'iodure de potassium pris à l'intérieur produisent des cures très rapides. Dans certaines régions, cette maladie porte un nom spécial ; dans d'autres, plus rares, les indigènes lui donnent le même nom qu'à la syphilis, bien qu'ils les considèrent comme deux maladies différentes.

Ulcère phagédénique. — L'ulcère phagédénique se rencontre partout, mais il est surtout fréquent sur le littoral de la Mer rouge; il se complique fréquemment de Myase; les larves de mouches se développent très bien en effet dans le pus qu'il produit.

Éléphantiasis. — L'Éléphantiasis des Arabes est disséminé partout, mais il est en somme assez rare. Nous l'avons observé au scrotum, à la vulve et aux jambes. C'est une affection résultant d'une lymphangite chronique. Les Filaires nocturnes jouent peut-être un rôle important dans sa formation dans certains pays, mais nos observations nous donnent la conviction que leur présence n'est pas indispensable.

## MALADIES D'ORIGINE ALIMENTAIRE

Lathyrisme. — Nous avons rencontré un certain nombre de cas de cette maladie dans la province du Choa (Abyssinie), chez des gens qui se nourrissent trop exclusivement de pois. Cette affection, ainsi que le pois qui la produit, se nomment « Goiya » en Abyssin et en Galla. Elle est incurable.

Béribéri. — Nous avons eu l'occasion de voir plusieurs cas de béribéri chez des nègres du Congo. Il m'a été difficile de savoir dans les cas que j'ai observés si le début coïncidait avec une alimentation insuffisante ou avariée.

Entérite. — Le manioc cru ou trop macéré dans l'eau donne lieu à une intoxication accompagnée de maux de tête assez violents et de selles dysentériques. La maladie cesse rapidement avec une modification du régime alimentaire. Le Sorgho vert donne des symptômes analogues chez les gens qui ne sont pas habitués à le consommer.

## MALADIES NERVEUSES

Hystérie. — L'hystérie convulsive est répandue chez tous les nègres d'Afrique. Nous avons pu faire cesser des crises, rapidement,

par la compression des ovaires ou des testicules. Nous avons observé en Abyssinie quelques cas d'épilepsie vraie.

Atrophie musculaire progressive. — Nous en avons observé trois cas : un dans le pays Somali, un dans le pays Choulli, avant d'arriver au Nil, le troisième dans le moyen Congo. Cette maladie présente les mêmes symptômes que chez les blancs, elle évolue assez rapidement.

Paraplégies. — Nous avons observé, un peu partout, des paraplégies d'origines diverses, dues soit à l'alcoolisme, soit au paludisme ou encore au mal de Pott lombaire.

Idiotie. — Cette maladie est assez répandue; dans certains cas, l'alcoolisme des parents semble entrer en jeu; mais nous l'avons observée chez des nomades où aucune maladie des ascendants ne semblait pouvoir être incriminée.

## ANIMAUX PARASITES

Les maladies produites par les animaux parasites sont fréquentes en Afrique. Nous avons déjà parlé des parasites du paludisme, mais il en existe un grand nombre d'autres.

Filaires du sang. — Les filaires du sang semblent ne pas exister chez les indigènes Somalis, Gallas, Abyssins et Nilotiques. Nous avons observé les premiers cas en arrivant dans le bassin du Congo. Nous avons trouvé partout la *Filaria perstans* de Manson et une espèce plus petite; nous avons trouvé également une filaire de dimensions analogues à la *Filaria diurna* Manson, mais s'en séparant par plusieurs caractères anatomiques, ainsi que par son absence de périodicité. Nous avons proposé de désigner cette espèce sous le nom de *Filaria Bourgi*, en l'honneur de notre chef de mission (1). Ces diverses Filaires se rencontrent dans une proportion de 50 à 60 o/o de la totalité de la population dans certains villages et ne semblent avoir aucune action pathogène.

Les gens qui vivent au bord des fleuves sont atteints de petites tumeurs ganglionnaires dans lesquelles vivent des quantités de *Filaria volvulus*, mâles et femelles. Les embryons dépourvus de gaine

(1) Des études ultérieures nous ont permis d'identifier *Filaria Bourgi* avec la *Filaria diurna* et de considérer cette dernière comme la forme embryonnaire de la *Filaria loa* Guyot. (Avril 1904).

sont déversés dans le système lymphatique et probablement de là dans le torrent circulatoire.

TRYPANOSOMES. — On trouve également dans le sang des parasites plus petits appartenant au groupe des infusoires flagellés.

Le *Trypanosoma gambiense* Dutton, dont nous avons signalé le troisième cas chez un européen, donne des fièvres irrégulières résistant à la quinine ; nous avons émis l'hypothèse que la mouche Tsé-tsé est presque certainement l'agent qui assure la transmission de cette maladie de l'homme malade à l'homme sain.

Un autre Trypanosome du sang, que l'on trouve également dans le liquide céphalo-rachidien, le *Trypanosoma Ugandense* Cast., est d'après Castellani, la cause de la maladie du sommeil. Comme pour la maladie précédente, nous avons de solides raisons pour croire que la mouche Tsé-tsé doit être également incriminée dans la transmission de cette maladie.

Les recherches de Castellani, confirmées bientôt par celles de Bruce, semblent avoir démontré que, dans l'Afrique orientale tout au moins, la maladie du sommeil est causée par un Trypanosome. En attendant que de nouvelles confirmations soient données à cette découverte par des recherches plus étendues en Afrique, nous croyons utile de signaler les relations étroites qui existent entre la distribution de cette maladie et celle de la Glossine. Si nous admettons que cet insecte est l'agent naturel de l'infection, nous pourrons expliquer avec une grande satisfaction toute l'épidémiologie de la maladie.

Nous allons donner en résumé les arguments en faveur de cette hypothèse :

1° La maladie du sommeil se rencontre dans des territoires envahis par la mouche Tsé-tsé ;

2° Partout où cette mouche existe, la maladie peut s'acclimater. La maladie, connue autrefois dans le bas Congo seulement, s'observe maintenant sur le haut fleuve et sur ses affluents, en des points où les indigènes ignoraient la maladie il y a quelques années. C'est ainsi qu'elle a remonté le Kassaï. Elle a fait son apparition dans le Manyéma et de là semble s'être répandue dans l'Ouganda où les auteurs précités ont fait leurs recherches ;

3° Dans les régions où cette mouche est absente, la maladie n'a pu s'acclimater. On sait, en effet, que de nombreux cas ont été observés aux Antilles et en divers autres points d'Amérique au moment de la traite des noirs. Malgré l'abondance des insectes piqueurs qui vivent

en Amérique (Taons, Simulies, Moustiques, Tiques, etc.), aucun n'a pu assurer la transmission du parasite. Au Congo, tous ces insectes existent également, mais de plus, nous avons la mouche Tsé-tsé; il est donc permis de la mettre en première ligne;

4° Dans une région donnée, les individus qui vivent sur le bord des rivières ou des fleuves où les Mouches abondent et qui sont, par conséquent, très exposés aux piqûres, sont également très exposés à la maladie, tandis que les gens qui vivent éloignés de la rivière dans la même région sont respectés.

Nous avons recueilli des pères de Skeute, au Congo belge, des renseignements très nets à ce sujet. A Banamia, près de Coquilhaville, existe une mission des pères Trappistes, à environ vingt minutes du Congo. Au bord du fleuve vivaient, il y a quelques années, environ 3.000 pêcheurs Lolo. Actuellement, on pourrait à peine en trouver 300; tous les autres ont été décimés par la maladie du sommeil. Tout à côté de la mission, se trouve un village de cultivateurs; ces indigènes ne vont que rarement au fleuve et boivent l'eau de quelques petites sources. La maladie n'y fait que rarement des victimes. Les exemples de ce genre seraient faciles à multiplier. A M'Pakou, existe une autre mission installée à une certaine distance du fleuve, en plein pays endémique; les enfants de la mission, qui proviennent de villages décimés ne se livrent plus à la pêche, ils s'occupent de culture et vont rarement au fleuve; la maladie a presque entièrement disparu.

Devant des faits aussi nets, il est difficile de nier les rapports intimes qui semblent exister entre la présence de la mouche Tsé-tsé et l'existence de la maladie.

Comme j'ai eu l'occasion de le démontrer, la *Glossina* pond ses embryons vivants sur des matières en putréfaction ou sur la terre riche en humus (1). La larve, qui est volumineuse, semble ne pas avoir besoin de se nourrir pour se transformer en pupe. Deux ou trois jours suffisent pour cette transformation et l'éclosion a lieu au bout de six semaines.

En l'absence d'animaux sauvages ou domestiques, la mouche se nourrit sur l'homme, ce qu'elle est obligée de faire dans beaucoup de régions du Congo où le bétail manque absolument. Comme elle semble peu s'éloigner du lieu de sa naissance, il sera relativement facile de prendre des mesures prophylactiques contre elle dans le cas où son rôle pathogène pour l'homme viendrait à être vérifié.

(1) BLANCHARD. Correspondance, *Bull. de l'Acad. de méd.*, 17 mars 1903.

Bilharziose. — On trouve également dans le sang des Nègres, en nombre plus ou moins considérable, suivant les cas, des Bilharzies. Ces vers se rencontrent dans la veine cave principalement; ils lancent, dans le système circulatoire, des œufs pourvus d'un éperon, qui occasionnent des troubles intestinaux ou vésicaux graves. Nous en avons trouvé dans trois autopsies faites au Congo.

Filaire de Médine. — Nous avons rencontré ces vers pour la première fois en abordant les régions nilotiques. Dans certains villages, 25 à 30 o/o des individus en sont porteurs. Nous n'en avons pas rencontré de cas dans le bassin du Congo. J'ai réussi à infecter, expérimentalement, des crustacés du genre Cyclops avec des embryons de cette espèce de filaire. Comme certains Cyclops s'infectent énormément, tandis que d'autres ne prennent pas de parasites, je suis porté à croire que l'homme s'infecte en avalant directement ces petits crustacés. Cela permet d'expliquer, en effet, la pluralité des Filaires qui se développent simultanément chez un même individu qui n'a fait que passer dans une région endémique.

Nous avons débarrassé plusieurs individus de leurs Filaires par le procédé d'Émily modifié. Nous injections toujours la solution de sublimé dans le ver lui-même, après avoir maintenu celui-ci au bord de la plaie par une ligature.

Parasites intestinaux. — Ces animaux sont communs en Afrique. Le Ver solitaire inerme se rencontre dans le pays Somali et dans toute l'Abyssinie. Presque tous les Abyssins, grands mangeurs de viande crue, en sont affectés; il en est de même de presque tous les indigènes riverains du lac Rodolphe que nous avons eu l'occasion d'examiner. Au Congo, ce ver est beaucoup plus rare.

Les Ascarides sont communs partout et produisent des troubles stomacaux variés qui cèdent rapidement après l'ingestion de quelques doses de santonine.

Nous avons décelé la présence de Trichocéphales par l'examen des selles ou dans des autopsies dans une forte majorité d'indigènes.

Un parasite beaucoup plus redoutable que les précédents est l'Uncinaire duodénal, spécialement fréquent au Congo; il y produit une pseudo-dysenterie qui doit servir de porte d'entrée à la véritable dans bien des cas. Les indigènes se cachectisent et meurent très rapidement si leur nourriture est insuffisante.

Dans une autopsie, nous avons trouvé un nouveau parasite de l'homme appartenant au genre *Sclérostome*. Les formes agames de

ce parasite vivent dans des tumeurs de grosseur variable, se trouvant dans la paroi conjonctive du gros intestin.

Ectoparasites. — Les ectoparasites de l'homme sont en nombre variable, suivant les régions. Les Poux du corps et de la tête sont fréquents partout; nous n'avons jamais rencontré ceux du pubis. Les Puces sont une véritable plaie en Abyssinie, elles sont beaucoup plus rares au Congo; par contre, la Puce chique y fait son apparition et, par les complications qu'elle peut amener, est beaucoup plus à redouter. Nous n'avons pas trouvé de Punaises dans les régions que nous avons traversées; elles sont avantageusement remplacées par des Ixodes et des Argas de diverses espèces, dont la piqûre ne laisse pas d'être fort désagréable, sinon dangereuse.

Les moustiques des genres Culex et Anophèles se rencontrent dans toutes les régions humides; nous n'avons jamais trouvé des Anophèles à une altitude dépassant 2.000 mètres, tandis que les Culex se trouvent même à 3.000 mètres. Les Taons, les Simulies et les Stomoxes, se rencontrent partout au bord des fleuves et des marais.

Les mouches Tsé-tsé se rencontrent dans le pays Somali (Ogaden); elles appartiennent à l'espèce *Glossina longipalpis* Corti. Nous avons trouvé une autre espèce *G. palpalis* Rob. Des. sur le fleuve Omo et ses affluents voisins du lac Rodolphe, puis au Nil. Depuis le Nil nous l'avons toujours trouvée, bien qu'avec plus ou moins d'abondance, le long des fleuves et des marais jusqu'à Matadi, à l'embouchure du Congo.

Tous ces diptères s'attaquent à l'homme et leur rôle pathogène augmente chaque jour. Nos connaissances s'accroissent rapidement au sujet de ces insectes, qui étaient considérés autrefois comme simplement incommodes. Il nous est permis d'espérer que, pour des régions localisées tout au moins, leur destruction partielle par de rigoureuses mesures prophylactiques pourra s'effectuer.

## M. le Dr SAQUET

à Nantes

### GYMNASTIQUE OU MASSAGE EN THÉRAPEUTIQUE [615-8o]

— *Séance du 11 août* —

En Suède, la patrie de la gymnastique médicale, on n'emploie jamais le massage seul; il est toujours accompagné de mouvements libres ou à résistance manuelle.

D'ailleurs, chez les Suédois, le massage, qui n'était pas avant 1870 dénommé sous une appellation synthétique, est regardé par eux comme une minime partie de la gymnastique médicale, il en est une des parties passives.

Il faut s'entendre comme terminologie, car en France on appelle tout massage; c'est un abus de termes qu'il faut éviter. La gymnastique médicale est constituée par les mouvements actifs du sujet. Le massage comprend ceux que le patient reçoit : frictions, vibrations, etc. et même, si l'on veut, les mouvements communiqués ou passifs que les Suédois classent dans la gymnastique.

Ceci posé, quel est le meilleur des deux procédés : gymnastique ou massage? ou bien, lequel donne les meilleurs résultats en France?

Nous allons donner le résultat de 12 ans d'expérience sur cette matière.

Il faut d'abord faire une distinction suivant les affections que l'on peut traiter.

Occupons-nous pour commencer des neurasthéniques et séparons-les en deux groupes classiquement admis actuellement : les neurasthéniques cérébraux ou excités et les neurasthéniques médullaires ou myasthéniques.

D'après ce que nous avons observé, les neurasthéniques cérébraux sont moins nombreux que les autres, la proportion est d'environ 1 sur 10. Il existe un type, moyen, cérébro-médullaire, mais l'expérience m'a appris qu'il devait être traité comme médullaire.

Ces derniers, les plus nombreux, comme nous venons de le dire, supportent très mal l'exercice; quelque soin que l'on mette à le doser, on se trompe longtemps sur la dose exacte, même une fois

prévenu. En effet, rien ne vous avertit généralement que vous avez dépassé le but. Si les exercices sont très doux, courts, le malade ne se sent pas fatigué. Vous croyez voir la guérison approcher, il n'en est rien; parce que le neurasthénique médullaire ne ressent pas la fatigue comme un normal; elle ne se manifestera chez lui que par un retard de la guérison.

La patience du malade s'épuise et il cesse souvent le traitement. En Suède on est plus patient, parce que c'est un fait admis par tous que la gymnastique est un moyen curatif puissant et l'on ne s'étonne pas de voir l'échéance de la guérison plus ou moins lointaine.

Il n'en est pas de même chez nous. Les malades veulent bien croire à la vertu curative de l'exercice, mais ils désirent en voir les effets immédiats ou presque. Si après quelques semaines rien ne vient, le traitement est suspendu.

C'est que la gymnastique suédoise, qui est constituée par des mouvements localisés, sans mise en scène frappante, courbature facilement même des normaux et d'ordinaire ne donne pas lieu à une réaction de fatigue chez les neurasthéniques médullaires, si on leur a ménagé l'exercice.

Cette fatigue n'est pas due à la mauvaise exécution des mouvements, car j'ai toujours pris soin de veiller à ce que le patient respire librement pendant l'exercice, afin d'éviter de transformer en exercice général ce qui doit être uniquement local, comme les Suédois nous l'ont appris, la règle étant celle-ci : tout mouvement pour être local doit être exécuté pendant l'expiration.

La courbature ou surmenage, accusé ou non, tient donc bien au mouvement localisé lui-même, qui demande, non seulement un effort musculaire plus ou moins grand, mais encore un effort intellectuel d'attention pour créer un centre devant devenir automatique plus tard, comme les dernières recherches physiologiques l'ont démontré.

Au début de ma pratique, j'employais le massage seul; c'est ce qui m'a permis de comparer et de réfléchir. Ayant appris postérieurement la gymnastique suédoise, je l'ai utilisée avec le massage, pensant obtenir des succès plus rapides. Dans la majorité des cas, les résultats ont trompé mon attente et, malgré mon obstination à vouloir adjuger à la gymnastique suédoise un rôle curatif puissant, j'ai dû y renoncer dans la plupart des cas, puisque je voyais la guérison traîner ou même manquer tout à fait.

Est-ce une question de race? Je ne le crois pas. J'ai démontré au Congrès de l'Association Française pour l'avancement des Sciences, à Boulogne, en 1899, qu'il n'en était rien non plus pour le massage.

C'est certainement la même chose pour le mouvement. Je me rappelle avoir vu en Suède des patients peu atteints et dont la cure traînait; je suis persuadé, maintenant que je suis mieux informé, qu'ils faisaient trop d'exercice.

Voici des exemples : Un jeune homme de 32 ans, dyspeptique neurasthénique non alité et remuant comme tout le monde, fit pendant quarante jours une cure de gymnastique et massage avec un bon gymnaste suédois. Ce jeune homme, atteint en outre de constipation, ne vit aucune modification de ce côté. Il continua seul à faire de la gymnastique abdominale et autres mouvements indiqués pendant six mois. La durée des exercices était d'une heure avec intervalles de repos et il n'éprouvait aucune fatigue. Sa santé générale était assez bonne, à part sa dyspepsie, et il était fier d'avoir gagné deux centimètres de tour de poitrine. Malgré tout, dyspepsie et constipation persistaient. Il vint me trouver.

Je pensai que la gymnastique pouvait être un obstacle à la guérison et je lui fis cesser tout mouvement médical. Voici quelle fut la suite : la première évacuation spontanée eut lieu au bout de quatre séances de massage et, après vingt autres, ce jeune homme était totalement guéri. La guérison s'est maintenue depuis plusieurs années.

La guérison serait peut-être arrivée quand l'entraînement gymnastique obtenu aurait permis de voir les effets curatifs se manifester; on doit voir de ces résultats en Suède mais je n'en ai jamais observé.

J'ai essayé nombre de fois les mouvements des muscles abdominaux contre la constipation recommandés par les Suédois; je les ai essayés même souvent chez des personnes non neurasthéniques; je n'ai jamais réussi. Quelques praticiens disent pourtant les avoir employés avec succès; c'est possible, mais cela ne m'est jamais arrivé.

Ces mêmes mouvements, employés avec le massage, m'ont presque toujours paru retarder la guérison. Aussi je ne les emploie guère que chez les obèses et après avoir obtenu auparavant quelques résultats avec le massage.

Cependant les exercices sont indispensables et supérieurs au massage, qui n'est qu'un adjuvant dans le traitement de la scoliose. Dans ce cas, c'est la gymnastique manuelle qui est la meilleure. Ni à l'Institut central de Stockholm ni à l'Institut Arvidson, qui donnent seuls l'enseignement complet reconnu par l'État, ni à l'Institut Orthopédique, on ne se sert de machines pour les mouvements à

opposition. La main suffit à tout et est un moteur plus intelligent que n'importe quelle machine; elle doit être en certains cas aidée d'appareils d'appui au besoin. (Judet, *Rev. d'orthopédie*, 1903.)

Le principe de la gymnastique suédoise est d'ailleurs de ne point avoir d'appareils.

Il est évident que la gymnastique manuelle est plus fatigante pour le médecin que la machinothérapie, mais, les résultats étant meilleurs, on doit s'incliner.

En gynécologie, la Kinésithérapie, rendue scientifique par Stapfer, comprend gymnastique et massage. Ces deux méthodes, qui se complètent, ne peuvent guère se dissocier, sous peine d'obtenir de moins bons résultats. Ainsi en a-t-il été en Allemagne, en Amérique et en France d'après Stapfer.

Il y a quelques exceptions, évidemment, comme à toute règle. Ainsi, par exemple, certaines aménorrhées et encore certaines métrorragies peuvent se traiter au moyen de la seule gymnastique. Les mouvements sont bien entendu différents; je n'ai point à les étudier ici.

Pour les affections chirurgicales justiciables de la kinésithérapie, nous avons trouvé le massage plus avantageux que la gymnastique.

Soit un cas de raideur articulaire. Beaucoup de cas de cette affection peuvent être guéris rapidement et par le massage seul. Il est clair que l'on ne laissera pas à la raideur le temps de s'établir si le mal qui la détermine est traité dès le début par le massage. Il y a longtemps que tous les masseurs sont d'accord là-dessus et Fège, de Paris, dans sa thèse sur l'utilité du massage précoce dans les accidents, a établi scienfiquement la pratique française.

Supposons maintenant une raideur articulaire datant de quelques mois. Si la raideur est peu accentuée, le massage suffit généralement à tout et l'articulation se mobilisera facilement d'elle-même, sans gymnastique spéciale. Nous avons vu bien des fois de fausses ankyloses de ce genre, où les adhérences sont très lâches, guérir sans mouvements provoqués. Si la raideur est plus serrée, il faudra alors employer, avec le massage, la mobilisation forcée plus ou moins progressive, avec ou sans chloroforme, selon la résistance du patient à la douleur et selon la réaction.

Quant à la mobilisation lente, progressive, avec mouvements passifs lents, vingt à la minute pendant une heure et plus, elle ne peut être utile que dans le premier cas de raideur légère, et encore le massage la dépasse en rapidité.

Si l'articulation est tant soit peu raide, on n'en obtient absolument

rien; du moins je n'en ai jamais rien tiré et cependant je l'ai cherché pendant plusieurs années. Je l'ai recommandé à quelques confrères atteints d'ankylose serrée; j'étais sûr que la méthode était employée et que les malades avaient envie de guérir; ils n'ont rien obtenu: la cause me paraît jugée.

Les chirurgiens ont à peu près abandonné la mobilisation forcée, parce qu'elle est douloureuse et donne lieu à une réaction inflammatoire qu'ils ne peuvent calmer que par l'immobilisation qui réankylose.

Le massage est alors intervenu pour calmer l'inflammation consécutive, permettre d'éviter l'immobilisation absolue et, de cette façon, les résultats peuvent être excellents.

En résumé, le massage, d'après notre expérience et celle des masseurs français : Rizet, Elleaume, Lebâtard, Henry de Navenne, Mervy, Dagron, Championnière, est supérieur aux mouvements spéciaux dans les raideurs articulaires.

Et en France depuis 1847, où ce massage a débuté, on n'a employé que lui et on guérissait rapidement les cas curables. On n'avait pas attendu Mezger, qui n'a commencé qu'en 1870, ni les Suédois qui pratiquaient surtout le massage médical.

Car il faut rendre justice à chacun, tandis qu'en France, habituellement on goûte exclusivement ce qui est exotique, même si ce n'est pas juste.

C'est encore l'École française, par Lucas Championnière, qui a institué la mobilisation et le massage dans les fractures. Ce qu'il y a de phénoménal, c'est de voir nier les faits. Au Congrès international de Moscou 1897, en effet, Zabludowski, professeur de massage à l'Institut physiologique de Berlin, a prétendu qu'avec le massage léger ce n'était pas possible. Je crois qu'après cela il faut tirer l'échelle.

Dans les atrophies musculaires, dites d'origine articulaire, que je ne crois pas du tout réflexes, mais bien causées par défaut d'usage, le massage agit en quelques semaines trois à six en moyenne, la gymnastique spéciale est moins importante et surtout moins rapide, employée seule.

Mais, entendons-nous bien, le massage, dans ce cas, permet d'utiliser les mouvements normaux et ce sont eux qui complètent la cure.

Un exemple, encore, de l'inconvénient des mouvements spécialisés même peu nombreux, m'a été fourni récemment par un confrère de la campagne, nullement neurasthénique, soigné par moi pour une

arthrite chronique du genou avec atrophie du quadriceps. Après quelque temps de massage la douleur avait disparu; pour essayer de hâter le traitement, je lui conseillai de faire, sur cette jambe, trois accroupissements par jour.

Les fois suivantes ce médecin se plaignit des douleurs qui étaient revenues dans le genou.

Je lui dis : ce sont vos trois mouvements, cessez-les. Il ne pouvait me croire; il les cessa cependant et la douleur disparut aussitôt.

Dans les paralysies chez les enfants, j'ai trouvé le massage beaucoup plus rapide sur une centaine de cas soignés. Les résultats sont moins nets chez les vieillards.

D'après ce qui précède, on comprendra que le massage va plus vite chez les ataxiques que la rééducation.

Quant à l'électricité elle est beaucoup trop lente, n'agit que par suggestion quand elle agit dans tous les cas susdits et je ne m'en sers jamais.

De cette étude il ressortira, je pense, que le massage est de beaucoup supérieur en général à la gymnastique même manuelle, sauf dans un petit nombre de cas.

Mais il est absolument nécessaire, sous peine de résultat nul ou médiocre et de discrédit de la méthode, que le massage soit employé par un médecin. Les gymnastes suédois, qui sont les meilleurs, n'ont après tout que dix-huit mois d'études gymnastico-médicales et ne peuvent réussir que dans les cas faciles, faute de connaissances suffisantes.

---

## M. le Dr SAQUET

à Nantes

### TRAITEMENT DU VAGINISME PAR LE MASSAGE SUÉDOIS (PROCÉDÉ DE THURE BRANDT) [618.15:615.82]

*— Séance du 11 août —*

Le vaginisme est une affection fréquente et rebelle pour laquelle on a tout employé : médecine et chirurgie avec plus ou moins de succès.

Cette affection n'existe que chez les névropathes et aussi bien chez

les filles que chez les femmes mariées, ce qui est facile à comprendre si l'on admet que c'est un stigmate d'hystérie.

Le vaginisme est rarement accusé spontanément, soit que les femmes ne se rendent pas compte de ce qu'elles éprouvent, soit qu'elles n'osent l'avouer.

C'est souvent la raison de certains célibats. Cela peut encore expliquer quelques cas de féminisme du beau sexe et être assez fréquemment une cause de désunion des ménages.

Nous ne croyons pas les cas moins nombreux en France qu'en Amérique où ils pullulent; mais les Françaises sont peut-être moins expansives à ce sujet.

Il me semble que les cas de *penis captivus*, fréquents surtout en Allemagne, d'après les auteurs, peuvent s'expliquer par cette affection. Nous n'avons pas à la décrire.

Thure Brandt, l'inventeur de la gymnastique gynécologique revisée scientifiquement par Stapfer, classait ainsi la maladie : Hypéresthésie de l'orifice vaginal et contracture des muscles du plancher pelvien.

C'est sur cette conception qu'il a basé son traitement.

Je crois que dans les cas légers son action est surtout suggestive. Or, l'on sait que pour toute suggestion il faut quelque chose de tangible représenté ici par le toucher vaginal.

Au début, la moindre lésion des organes génitaux chez les prédisposés peut provoquer une attention expectante, comme disent les Anglais, qui crée un centre de défense fonctionnant plus tard automatiquement au moindre contact des parties sensibles.

Dans une trentaine de cas, chez des vierges ou des femmes déflorées, je n'ai pas trouvé de lésion externe pouvant paraître la cause de l'affection. Ce qui m'a mis sur la voie du diagnostic chez les personnes non mariées a été, soit une difficulté accusée par elles d'introduire une petite canule à injection, soit une constipation spasmodique accompagnant souvent la maladie chez les hystériques, d'après mon expérience. Dans ces cas, le toucher rectal, bien que sensible, l'est beaucoup moins que le vaginal et arrive plus rapidement à être indolore.

Voici maintenant la technique de Thure Brandt :

« Je considère comme capital, dit-il, de persuader à la malade avant tout qu'on n'exercera aucune violence.

« On sait combien est grande la sensibilité dans cette affection. La malade étant demi-couchée, jambes pliées, j'applique le doigt enduit de vaseline sur l'une puis sur l'autre des grandes lèvres, très

légèrement pour commencer et en demandant si cela fait mal. Puis j'applique le doigt sur d'autres points, très doucement et en posant toujours la même question.

« Le lendemain et les jours suivants je continue de même façon, approchant par degrés de l'orifice vaginal. Graduellement j'arrive à mettre le doigt à l'entrée de l'orifice vulvo-vaginal, puis je le retire sans, pour ainsi dire, que la malade s'en aperçoive. La séance est terminée. A la suivante je pénètre un peu, très peu, laissant le doigt cheminer par son propre poids et j'exerce une très légère compression à droite et à gauche. En allant ainsi par degrés et en exerçant toujours cette compression, on réussit en quelques jours à introduire l'index entier. » Traduction Stapfer, p. 544, *Traité de Kinésithérapie gynécol.*, chez Maloine, Paris, 1897.

J'ajouterai que, comme dans le massage gynécologique ordinaire, le doigt intérieur est immobile ; quand il y a lieu de masser, c'est la main externe qui agit seule, le doigt interne n'est là que comme point d'appui.

Je ferai remarquer en outre que Th. Brandt touchait d'une façon spéciale en introduisant la main au-dessous de la cuisse et en évitant de fermer les doigts dans la paume, comme Aran l'avait déjà recommandé jadis, et en n'introduisant jamais qu'un seul doigt.

Par ce procédé, Thure Brandt est arrivé en quelques semaines, parfois en quinze jours, dans les cas les plus favorables, à guérir les malades.

En réalité il s'agit d'un procédé de dilatation progressive doublé de suggestion.

Th. Brandt, qui atteignait 1m80 de taille au moins, avait une véritable main succulente. Cette main était très grosse, mais non très longue; l'index ne dépassait pas 10 cent. de longueur et les autres doigts en proportion ; Brandt était dans la dernière année de son existence où je le vis atteint d'un tremblement professionnel de la main.

Ce véritable mouvement vibratoire, existant même au repos, était analogue au tremblement de la paralysie agitante et produisait une vibration apte à combattre spasme et contracture.

La manière d'agir de Brandt dans le vaginisme est un véritable procédé de douceur et de persuasion, qui influe sur le psychisme des malades et arrive à guérir dans les cas légers.

Pour nous, les différents procédés chirurgicaux n'agissent pas autrement que par suggestion dans le vaginisme.

Stapfer attribue la cause des cas graves à de la cellulite pelvienne ou œdème du tissu cellulaire périgénital. J'ai observé plusieurs faits

confirmatifs de cette opinion. On doit employer alors la Kinésithérapie gynécologique dans son intégralité. Il est possible que dans les cas légers la cellulite soit trop peu accentuée pour être diagnostiquée.

Par analogie j'ai soigné, chez une dame d'une trentaine d'années. une fissure anale très douloureuse. Le palper-massage du ventre me fit découvrir en même temps de la cellulite des annexes. La Kinésithérapie me permit de guérir la malade en trois semaines, et la guérison s'est maintenue depuis six ans.

J'ai vu aussi une personne chez laquelle le vaginisme avait résisté à un accouchement. Le procédé de Th. Brandt décrit plus haut fut employé et, aidé de la Kinésithérapie gynécologique, réussit à débarrasser la malade de son affection.

J'ai revu la patiente plusieurs années après; elle n'était plus incommodée par le spasme vaginal.

J'ai observé plusieurs cas de vaginisme chez des filles hystériques. vaginisme qui a été dissipé de la même manière quand le traitement a été suffisamment prolongé.

Dans certains cas, le nervosisme concomitant s'est trouvé amélioré ou dissipé, alors qu'il avait résisté de longues années à différentes méthodes; mais on ne s'était jamais occupé du vaginisme qui était resté insoupçonné.

En somme ce procédé, sans danger, qui m'a toujours donné d'excellents résultats, est à recommander.

---

## M. le Dr PETON

de Saumur

### LE VIN AU POINT DE VUE MÉDICAL ET HYGIÉNIQUE

— *Séance du 11 août* —

Lorsque j'ai vu dans le bulletin de l'Association française pour l'avancement des sciences que *le vin* était une question proposée à la discussion des membres du Congrès d'Angers, je me suis réjoui de venir écouter sur ce sujet l'opinion des maîtres dont la parole fait autorité. C'est donc simplement en auditeur désireux de s'instruire que je comptais être ici aujourd'hui. Mais, lorsque j'ai su

qu'aucune communication n'était annoncée sur le vin au point de vue médical et hygiénique, j'ai cru devoir rédiger une note sommaire, qui, à défaut d'autre mérite, peut avoir l'avantage de susciter des observations, des réponses, des contradictions, de telle sorte que le Congrès ne se sépare pas sans avoir, un instant, fixé son attention et donné son avis sur le rôle du vin en médecine et en hygiène.

Tout d'abord il convient d'écarter du débat l'alcoolisme, qui n'a rien à voir dans ce que nous allons dire. Il s'agit simplement de savoir si le vin, à dose modérée, peut être recommandé par l'hygiéniste et dans quels cas le médecin doit l'interdire, le tolérer ou le conseiller. Il est bien entendu que les quantités de vin qui, absorbées journellement, mènent à l'alcoolisme sont et demeurent interdites et réprouvées par l'hygiène et la médecine comme par le bon sens. En face de l'usage immodéré du vin, dont les buveurs de profession et les dipsomanes donnent le triste spectacle, il y a l'usage raisonnable, encore très répandu, du vin mélangé d'eau, comme boisson de table, ou du vin pur en petite quantité, dont beaucoup de gens font usage sans inconvénients apparents et plutôt avec avantage jusqu'à un âge avancé.

Il y a, en outre, l'emploi du vin comme agent thérapeutique prescrit par le médecin. Le sujet est vaste; nous nous bornerons à esquisser un plan d'étude.

I. — Nous reconnaissons, avant d'aller plus loin, que le vin doit être, dans certains cas, absolument interdit :

1° Aux jeunes enfants;

2° Aux gastralgiques;

3° Dans la gastrite ulcéreuse;

4° Dans la dyspepsie acide et douloureuse;

5° Dans la lithiase biliaire et dans la cirrhose;

6° Dans la gravelle et dans la néphrite aiguë ou chronique;

7° Chez les excités cérébraux, les aliénés et les épileptiques;

8° Chez les cardiaques dont le foie ou les reins sont touchés;

9° Pendant les hémoptysies;

10° Pendant les poussées aiguës d'eczéma.

En dehors de ces états maladifs, l'interdiction absolue du vin est rarement justifiée.

II. — Nous croyons qu'il ne faut permettre le vin qu'à petite dose :

1° Aux rhumatisants;

2° Aux migraineux;

3° Aux goutteux;
4° Aux nerveux;
5° Aux dyspeptiques.

Nous entendons par « petite dose » un ou deux verres à Bordeaux à chaque repas. Cette dose ne peut être du reste qu'une moyenne susceptible d'augmentation ou de diminution suivant l'âge, le sexe. la taille, la profession et suivant aussi, ce qui est très important, le degré alcoolique. Il n'y a, en effet, aucune parité à établir entre deux quantités égales de vin de Bourgogne d'un grand cru et de vin de Sologne ou du pays nantais.

III. — Nous pensons qu'il faut recommander l'usage quotidien du vin à la dose minimum d'un demi-litre par jour :

1° Aux anémiques;
2° Aux scrofuleux;
3° Aux convalescents;
4° Aux paludéens;
5° Aux diabétiques;
6° Aux tuberculeux;
7° Aux surmenés;
8° A certains dyspeptiques;
9° A certains névropathes;
10° Aux cachectiques.

Il nous reste à exposer pourquoi nous croyons le vin utile et recommandable entre toutes les autres boissons.

C'est un fait d'observation que l'alcoolisme, les affections scrofuleuses et tuberculeuses sont plus rares dans les pays où l'on récolte du vin que dans les autres.

Le vin est un apéritif et un digestif pour les gens bien portants. Il excite la sécrétion de la salive et du suc gastrique. Il facilite l'excrétion des mucosités bronchiques. Il apporte à la nutrition générale de l'alcool à petite dose, des acides végétaux, de la glycérine, des sulfates et des phosphates de potasse et de chaux, du tannin, des chlorures. C'est une sorte de lymphe végétale, un sérum, dont l'action remontante et tonique est si remarquable qu'il faudrait l'inventer comme agent thérapeutique s'il n'existait comme boisson courante.

L'action tonique du vin rouge, l'action stimulante du vin blanc, l'action digestive du vin mousseux ne sont pas niables.

Et, du reste, si l'on défend le vin comme une boisson malsaine ou sujette à inconvénients, que nous proposera-t-on comme boisson

parfaite et à l'abri de tout reproche? Ce n'est pas l'eau, qu'il est à l'heure actuelle si difficile de se procurer irréprochable; ce n'est pas l'eau, qui est manifestement convaincue d'être le véhicule de la fièvre typhoïde, de la dysenterie, du choléra et de plusieurs autres maladies virulentes ou contagieuses.

Ce n'est pas le cidre, boisson froide, qui porte à boire en abondance et qui, comme on le voit en Bretagne et en Normandie, est loin de garantir les populations contre les dangers de l'alcoolisme.

Ce n'est pas la bière, qui a les mêmes inconvénients que le cidre et qu'on accusait dernièrement de favoriser le développement du cancer.

Le vin nous semble donc devoir rester la boisson de choix que les hygiénistes autorisés préférèrent de tout temps. Nous souhaitons que le corps médical ne lui témoigne pas une hostilité absolue et injustifiée.

---

## M. le Dr A. BÉCLÈRE

Médecin de l'Hôpital Saint-Antoine, à Paris

### L'EMPLOI DES CYLINDRES-COMPRESSEURS EN RADIOGRAPHIE ET LE NOUVEAU CYLINDRE-COMPRESSEUR AJUSTABLE AU PORTE-AMPOULE-DIAPHRAGME-IRIS

[77.833]

— *Séance du 5 août* -

Les images radioscopiques et radiographiques présenteraient toujours des contours nettement tranchés s'il n'y avait pour agir sur l'écran fluorescent et sur les plaques sensibles que les rayons émis par le focus anti-cathodique ou *rayons focaux*.

Mais, en dehors des rayons focaux, seuls utiles, l'écran fluorescent et les plaques sensibles sont encore soumis à l'action de beaucoup d'autres rayons, provenant d'un très grand nombre de points de l'espace et qui tous nuisent à la netteté des images. Malgré la diversité de leur origine, on peut les confondre sous le nom de *rayons parasites*.

Les rayons parasites proviennent, pour une part, de la paroi même de l'ampoule. Ils sont produits principalement par le choc des *rayons cathodiques diffusés* (Villard) contre cette paroi de verre. De tous

les points fluorescents de l'ampoule partent, dans toutes les directions, des rayons de Röntgen, dont les propriétés ne diffèrent guère de celles des rayons focaux. On peut les appeler des *rayons pariétaux*.

Les rayons parasites proviennent d'autre part, sous le nom de *rayons secondaires* (Sagnac), de toutes les particules matérielles rencontrées sur leur trajet par les rayons primaires, focaux ou pariétaux. Les rayons secondaires, qui partent, dans toutes les directions, de chacune de ces particules matérielles, gazeuses, liquides ou solides, ne diffèrent des rayons primaires dont ils sont issus que par leur moindre pouvoir de pénétration. Ils prennent naissance principalement à l'intérieur même des organes soumis à l'exploration radiologique et sont, par conséquent, d'autant plus nombreux et d'autant plus nuisibles que l'épaisseur des organes explorés est plus grande.

S'il est impossible d'éviter complètement les rayons parasites, on peut au moins en restreindre très notablement les effets nuisibles à l'aide de deux procédés différents qui se prêtent un mutuel secours. Le premier procédé consiste dans l'abaissement du pouvoir de pénétration des rayons employés à la recherche. Le second procédé consiste dans la limitation de la masse de ces rayons divergents en tous sens à un faisceau étroit, au faisceau strictement indispensable à l'exploration d'une région du corps très circonscrite.

Les rayons de Röntgen doivent être limités surtout en deux points de leur trajet : à leur sortie de l'ampoule et à leur entrée dans la peau.

La limitation du rayonnement à l'entrée de la peau a pour but de restreindre la production des rayons secondaires provenant des tissus sous-jacents. Elle s'effectue au mieux à l'aide d'un diaphragme de plomb. Le modèle le plus simple est une mince feuille de plomb, percée d'une ouverture dont la forme et les dimensions correspondent à celles de la région explorée, sans dépasser 15 centimètres environ dans son plus grand diamètre. Il suffit de poser cette feuille souple de plomb sur la surface cutanée en interposant un tissu de laine ou de soie, destiné à prévenir la production, entre le métal et la peau, de petites décharges électriques, désagréables pour le patient.

La limitation du rayonnement à la sortie de l'ampoule a pour but d'écarter le plus grand nombre des rayons pariétaux, si nuisibles à la netteté des images.

Pour mieux écarter les rayons pariétaux, on peut s'opposer à leur production à l'aide d'ampoules spécialement construites dans ce but

L'ampoule Villard à anticathode conique n'émet qu'un cône étroit de rayons de Röntgen, ne présente à sa surface qu'une petite plage circulaire de fluorescence, au lieu d'un hémisphère tout entier, comme les autres ampoules, et donne, on le sait, des images remarquablement nettes. Récemment, M. Chabaud a construit une nouvelle ampoule qu'on a pu voir fonctionner à la dernière séance de Pâques de la Société de Physique : entre autres avantages encore inédits, elle présente celui d'avoir une paroi formée de deux sortes de verre différents, l'un contenant du plomb et l'autre exempt de plomb : ce dernier, en forme de petit segment circulaire, est enchâssé dans le précédent comme la cornée dans la sclérotique, il est placé en regard de l'anticathode et demeure seul perméable aux rayons de Röntgen.

Pour éviter les rayons pariétaux produits par une ampoule du modèle le plus répandu, c'est-à-dire par une ampoule à anticathode plane et à paroi de verre homogène, le dispositif le plus simple est un diaphragme de plomb placé à proximité. Mais, comme l'a bien

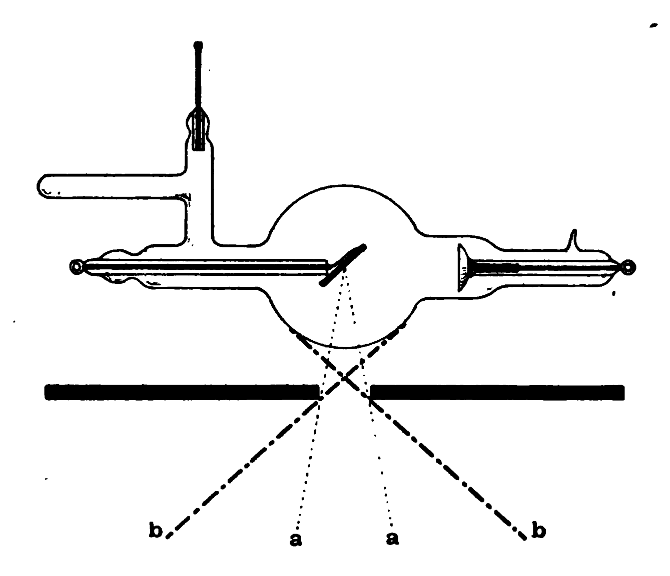



FIG. 1. — Marche des rayons avec diaphragme de plomb *plan*.
*a a*, Rayons centraux ; *b b*, Rayons pariétaux.

démontré le Dr Albers-Schönberg (de Hambourg), un diaphragme de plomb, de forme cylindrique, atteint le but beaucoup plus complètement qu'un diaphragme plan. Les figures 1 et 2 en témoignent avec évidence.

stéréoscopique, d'un malade debout, assis ou couché, et pour permettre, dans ces diverses positions, l'emploi du diaphragme-iris (1). Rien n'est désormais si facile, dans toutes ces positions, que d'y joindre l'usage du cylindre-compresseur et d'en retirer, particulière-



Fig. 3. — Le porte-ampoule diaphragme-iris muni d'un cylindre-compresseur amovible et disposé pour la radiographie, simple ou stéréoscopique, de la région rénale gauche.

(1) A. Béclère. Les instruments auxiliaires de l'emploi médical des rayons de Röntgen (*Arch. d'électr. méd.*, n° 102, 15 juin 1901).
L'emploi du diaphragme-iris en radioscopie (*Archiv. d'électr. méd.*, n° 94, 15 oct. 1900)

ment dans le décubitus dorsal, tous les avantages inhérents à cet instrument.

La figure 3 représente ce châssis porte-ampoule muni du cylindre-compresseur que je lui ai ajouté et disposé pour la radiographie de la région lombaire gauche.

Entre les deux montants d'un châssis rectangulaire très stable, un cadre de bois, verticalement placé, est maintenu en équilibre par l'intermédiaire de cordes et de poulies de renvoi, au moyen d'un contre-poids. Une poignée, fixée au contre-poids, donne à l'opérateur toute facilité pour élever ou abaisser à volonté ce cadre, à l'intérieur duquel glisse transversalement, à gauche et à droite, un cadre plus petit qui porte l'ampoule.

Le grand cadre n'est pas seulement mobile dans le sens vertical. Deux articulations à pivot, placées au milieu de ses bords latéraux, lui permettent de devenir horizontal, en tournant de 90 degrés, de part et d'autre de sa position primitive. On peut donc, à volonté, diriger en haut ou en bas chacune de ses faces, suivant que l'ampoule est destinée à être placée au-dessus ou au-dessous du malade horizontalement étendu. Deux petits freins servent à l'immobiliser temporairement, à la hauteur et dans la position voulues.

Le diaphragme-iris fait corps avec le petit cadre mobile qui porte l'ampoule; on peut très facilement régler sa position, de manière à ce que le foyer d'émission des rayons de Röntgen soit toujours placé exactement en regard du centre de son ouverture. C'est au-devant du diaphragme-iris que s'ajuste, à l'aide de deux crochets, le cylindre-compresseur. L'ouverture supérieure de ce dernier est rétrécie à volonté par le diaphragme-iris ou, mieux, munie d'un petit diaphragme plan percé d'une étroite ouverture circulaire.

D'après la description très brièvement résumée du porte-ampoule-diaphragme-iris, il est vraisemblable que les médecins déjà en possession de cet instrument préféreront le munir, à peu de frais, d'un simple cylindre facilement amovible, plutôt que de s'encombrer d'un nouvel appareil très coûteux.

Le nouveau cylindre-compresseur, ajustable au porte-ampoule-diaphragme-iris, n'est d'ailleurs pas inférieur à l'appareil imaginé par le Dr Albers-Schonberg et possède même, en comparaison, quelques avantages.

On peut, en effet, l'employer pour l'exploration radioscopique ou radiographique, aussi bien lorsque le sujet examiné est en position verticale, debout ou assis, que lorsqu'il est horizontalement étendu. Enfin, dans cette dernière position, si le malade est couché sur un

cadre à fond de toile, on peut au besoin placer le cylindre-compresseur au-dessous de lui et la plaque au-dessus, ce qui favorise, par exemple, la recherche des calculs biliaires ou la radiographie du cœur, tandis que l'appareil d'Albers-Schönberg permet seulement l'application du cylindre au-dessus du malade en position horizontale.

De plus, le porte-ampoule-diaphragme-iris permet de faire à volonté, avec le même cylindre, la radiographie simple ou stéréoscopique d'un organe quelconque, tandis que l'appareil d'Albers-Schönberg exige, pour la stéréo-radiographie, un cylindre spécial de construction compliquée et très coûteux.

En faveur des cylindres-compresseurs d'Albers-Schönberg, on peut invoquer qu'ils sont capables de s'écarter quelque peu de la verticale et de s'incliner dans tous les sens, ce qui facilite l'adaptation de leur extrémité inférieure aux courbures plus ou moins irrégulières des surfaces sur lesquelles ils reposent; mais en revanche leur axe cesse en pareil cas d'être perpendiculaire à la plaque. Il n'en est pas de même du nouveau cylindre-compresseur ajustable au porte-ampoule-diaphragme-iris. Son axe demeure toujours perpendiculaire à la plaque et son extrémité inférieure ne s'adapte pas moins bien aux courbures irrégulières des diverses régions; car elle est formée, dans le dernier modèle que j'ai fait construire, d'une sorte d'anneau mobile en tous sens sur le corps même du cylindre, auquel elle est rattachée par une suspension *à la Cardan*. On peut, avec mon châssis porte-ampoule, se servir aussi, suivant les besoins, de deux cylindres de dimensions différentes, l'un de 10 et l'autre de 13 centimètres de diamètre; l'avantage ici est que tous deux peuvent servir indifféremment à la radiographie simple ou à la radiographie stéréoscopique.

Quelles que soient, d'ailleurs, la simplicité, la commodité et l'utilité du nouveau cylindre, c'est au promoteur de l'emploi des cylindres-compresseurs en radiographie, au Dr Albers-Schönberg, qu'en revient légitimement tout le mérite.

M. le Dr LAQUERRIÈRE

Directeur de la Clinique Apostoli, à Paris

## A PROPOS DU TRAITEMENT ÉLECTRIQUE DES RÉTRÉCISSEMENTS DU CANAL UTÉRIN

[617.558.4.00343:615.849]

— *Séance du 5 août* —

Il peut être utile de compléter sur un point le très intéressant rapport de M. Roques en ce qui concerne les sténoses de l'utérus. Il nous dit en effet que « la littérature médicale est d'une pauvreté absolue sur ce sujet. »

Or, Tripier a non seulement utilisé ce procédé, comme le croit l'auteur, mais, dans ses leçons cliniques sur les maladies des femmes (1882), il consacre une moitié de son douzième chapitre, soit environ 13 pages, aux indications, dans les obstructions, de la galvano caustique chimique par rapport à l'incision, à la dilatation, à la cautérisation; il s'étend longuement sur les divers détails comme on peut s'en assurer par l'extrait suivant du sommaire :

*Manuel. — Durée. — Intensité. — Variations suivant les cas. — Cas de l'occlusion complète : indication possible de la cautérisation tubulaire. — Soins consécutifs.*

En somme, on trouve là la discussion et la technique d'un procédé qui a été appliqué depuis par tous les électrothérapeutes gynécologues à peu près sans modification.

D'ailleurs, ce procédé n'a jamais été abandonné et on le trouve partout cité.

Apostoli écrit à propos du fibrome en 1884 dans la thèse Carlet : (Discussions des objections : *Tout utérus non perméable contre-indique l'opération*).

« C'est au contraire une circonstance qui commande l'intervention parce qu'elle est souvent la cause d'accidents multiples; c'est alors qu'une *galvano caustique négative* ou une galvano puncture s'impose pour restituer au canal son calibre normal. »

Brivois, dans son manuel d'électrothérapie gynécologique, en 1890, écrit un chapitre intitulé : « Rétrécissement du canal cervical. — Atrésie du canal utérin », qui n'ajoute rien à ce qu'avait publié Tripier.

De même, à l'étranger, nous trouvons Orthmann (Beitrag zur

Electrotherapie und der Gynaekologie. — Berliner Klinisch Wochenschrift, 1889, n° 21), qui a soigné seize cas de dysménorrhée liée à une sténose, que les méthodes ordinaires de traitement, dilatation, curetage, etc., avaient été impuissantes à modifier et qui obtient six guérisons complètes et des améliorations dans les autres cas.

Brœse (Deutsche medicinische Wochenschrift, 1889), qui conseille l'emploi du pôle négatif contre les sténoses.

Conrad (Thèse de la Faculté de Leipsig, 1891), qui fait la même prescription d'accord avec Frienkel.

Arendt (Deutsche medicinische Wochenschrift, décembre 1891), qui tire de ses observations la « conviction que ce procédé, employé à propos, est destiné à remplacer complètement la discision. »

Je passe sur cette bibliographie qui deviendrait fastidieuse pour arriver à des travaux plus récents.

Apostoli, en 1899, dans le chapitre gynécologique du livre d'Athaus (The value of electrical treatment), parle plusieurs fois de la dilatation produite par le pôle négatif : c'est ainsi qu'il dit qu'en certaine forme de métrite, avec atrésie, il sera bon parfois de faire des séances avec la cathode pour assurer le drainage de la cavité.

Personnellement, dans « Études cliniques sur le traitement des fibromes utérins par la méthode d'Apostoli (1900) », entre diverses autres citations de ce procédé, j'écrivis : « C'est au pôle négatif qu'il faudra recourir dans les cas ou, par suite d'une atrésie quelconque, on ne pourrait faire pénétrer l'hystéromètre. »

En somme, depuis le chapitre de Tripier, presque tous les auteurs qui ont publié des travaux sur l'électrothérapie gynécologique (je demande pardon à ceux, et ils sont innombrables, que je n'ai pas cités, mais je voulais ici non pas faire une bibliographie complète, mais simplement montrer que la tradition ne s'en était jamais perdue), ont parlé avec éloge de ce procédé. Seulement, comme dès le début il n'y avait rien à ajouter à ce qu'avait dit Tripier et qu'on ne pouvait que confirmer ses assertions, il en est résulté que personne n'a beaucoup insisté sur un fait considéré comme acquis et il ne faut pas trouver étonnant que les très nombreux, souvent très rapides passages qui lui sont consacrés, puissent passer inaperçus, perdus au milieu des innovations plus ou moins personnelles que chaque écrivain croit devoir mettre en lumière.

Aussi était-il intéressant de rappeler que, comme pour le traitement électrique des rétrécissements de l'urèthre, c'est au « Père de l'électrothérapie gynécologique » que revient le mérite d'avoir formulé une méthode qui a conservé encore aujourd'hui toute sa valeur.

M. le Dr M. BILHAUT

Chirurgien de l'Hôpital international de Paris

## DU DIAGNOSTIC PRÉCOCE DES TUMEURS BLANCHES AU MOYEN DES RAYONS X

[616.006:615.849]

*— Séance du 5 août —*

De tous temps, les chirurgiens se sont préoccupés de la fragilité des os dans les cas d'ostéo-arthrites chroniques dénommés par eux : tumeurs blanches, coxalgie, mal vertébral, etc...

Quand un chirurgien se trouvait dans la nécessité de pratiquer l'amputation ou la désarticulation d'un membre, il pouvait constater combien les os étaient devenus mous dans toute l'étendue du squelette sous-jacente à la lésion. J'ai entendu, au cours de mes études, le professeur Tillaux nous dire que son maître Nélaton ne manquait jamais, après une amputation de cuisse, pour tumeur blanche du genou, de montrer à ses élèves avec quelle facilité la pointe du couteau à amputation pénètre dans le tibia, dans le péroné, dans les os du tarse et même dans les métatarsiens.

C'est en se basant sur ces faits, que l'on recommande, dans les cas de déviation des membres inférieurs par suite de coxalgie, de ne procéder à la correction de la mauvaise attitude, qu'avec les plus grandes précautions. On a noté souvent, au cours de manœuvres brusques, la production de fractures de cuisse.

Mais, jusqu'à ce jour, on n'a eu en vue que des cas dans lesquels la maladie est confirmée, c'est-à-dire établie depuis un laps de temps plus ou moins long.

L'intervention précoce, les résections hâtives, dans les tumeurs blanches, n'ont pas jeté grande lumière sur cette question et, bien que des chirurgiens disent qu'ils n'ont jamais regretté d'avoir réséqué des malades atteints d'ostéo-arthrite bacillaire, parce que toujours les lésions trouvées étaient plus avancées qu'ils n'eussent pu le supposer, nous n'avons pas été mieux fixés sur les désordres de voisinage qui ont dû être trouvés.

L'abandon de la méthode des résections précoces est une chose à retenir.

En coordonnant ces diverses indications, je me suis demandé si ce rejet des résections n'était pas dû à la diffusion d'une lésion que

l'on avait pu supposer circoncrite. Je me suis demandé si, dès le début d'une tumeur blanche, il n'existe pas déjà une modification de résistance du squelette du voisinage, si l'infection bacillaire n'a pas besoin, pour sa fixation, son évolution, d'un terrain tout spécialement préparé ?

De là, à demander à la radioscopie, à la radiographie, d'éclairer ces points restés obscurs, il n'y avait qu'un pas. La fragilité du squelette des membres atteints de tumeurs blanches était surabondamment établie par la clinique. Je crois que cela devait dépendre d'un degré plus ou moins caractérisé de décalcification. L'écran, l'épreuve radiographique devaient donc donner de précieuses indications.

Je dirigeai mes recherches dans ce sens et je ne tardai pas à en avoir une confirmation péremptoire.

J'examinai successivement, avec la plus grande attention et sans parti pris, toutes les tumeurs blanches qui se présentèrent à ma consultation de l'hôpital international de Paris. Mal de Pott, tumeurs blanches du genou, du cou-de-pied, scapulalgie, tumeurs blanches du coude, du poignet, ostéites chroniques tuberculeuses des os du carpe, du métacarpe, furent mirés à l'écran, puis radiographiés. La coxalgie ne fut que radiographiée, en raison de l'insuffisance de l'examen à l'écran.

Or, invariablement, j'ai trouvé dans deux articulations de même nom, l'une saine, l'autre malade, des différences suffisamment tranchées pour pouvoir affirmer l'existence d'un degré d'ostéoporose, de raréfaction de la substance calcaire autour de la jointure incriminée.

Dans les cas les plus récents qu'il m'a été possible de mirer à l'écran ou de radiographier, il existe déjà une déminéralisation appréciable et j'en suis actuellement à me demander si, en persévérant dans ces recherches, je n'arriverai pas à trouver qu'il existe dans les tumeurs blanches une période prémonitoire, pendant laquelle les éléments minéraux sont résorbés et à la faveur de laquelle la fixation des bacilles devient possible.

Déjà pour le traitement de diverses formes de tuberculose, on prescrit à l'intérieur les phosphates terreux, parce que l'on considère que ces sels sont en diminution dans les tissus. Mais, à côté de la médication générale, il existe pour chaque tumeur blanche un traitement, soit par l'immobilisation, soit par l'extension continue. On a ainsi en vue de guérir, non seulement avec le moins de désordres possibles, mais en conservant la plus somme de fonctions physiologiques.

En nous maintenant strictement dans le domaine chirurgical, il y a le plus grand intérêt, pour le pronostic, à appliquer de bonne heure le traitement approprié. Il est donc de la plus haute importance de donner au diagnostic toute la précision possible.

Armés de nouveaux moyens indiqués par le professeur Phelps, de New-York, au Congrès des Sciences médicales de Paris, en 1900, nous pouvons, grâce aux injections intra-osseuses d'acide phénique pur, venir puissamment en aide à ces malades et, comme l'ont prouvé les travaux de Mencière (de Reims), hâter la guérison et conquérir des résultats pour ainsi dire parfaits. Au lieu de l'ankylose anciennement considérée comme un excellent résultat, c'est la guérison avec retour des mouvements que nous sommes en droit de convoiter.

Dans ces lésions, j'ai toujours vu le squelette situé au-dessous de la lésion, et même dans une étendue considérable, au-dessus d'elle, présenter des signes manifestes de décalcification. Dans la coxalgie, par exemple, l'os des îles correspondant à l'articulation malade est lui-même décalcifié. Cela nous explique comment le mal s'éternise après la résection de la hanche; la tête fémorale est sacrifiée, l'os des îles reste infecté.

Je suis heureux, Messieurs, de parler de ces choses devant vous et de vous inviter à contrôler par vous-mêmes mes recherches.

Voici mes conclusions :

Le diagnostic précoce des tumeurs blanches, coxalgie, mal de Pott, etc..., est habituellement difficile à préciser. C'est seulement quand la contracture musculaire a produit l'attitude vicieuse que le diagnostic devient certain.

Or, il est de la plus grande importance de ne pas attendre l'apparition de la déviation, si l'on veut obtenir une guérison à la suite de laquelle les conditions physiologiques normales se retrouveront dans l'articulation frappée.

Il est de toute évidence que le traitement sera d'autant plus utile que le mal aura été combattu de bonne heure et par de bons moyens.

Or, puisque dans tous les faits anciens d'ostéo-arthrite bacillaire chronique on constate une diminution de la substance calcaire, cela devait porter naturellement les chirurgiens à demander aux rayons X des renseignements spéciaux. Pour mon compte, j'ai toujours trouvé, dans les phases du début des affections auxquelles je fais allusion, une différence marquée entre l'image donnée à l'écran fluorescent, ou à la radiographie, du squelette du membre sain et de celui du membre malade.

La décalcification précède peut-être l'invasion tuberculeuse; ceci reste à vérifier; en tout cas, elles sont au moins concomittantes.

De sorte que, chez tout malade suspect de tuberculose osseuse articulaire, j'estime qu'il est du plus haut intérêt et surtout extrêmement utile, de procéder à l'examen aux rayons X, pour fixer immédiatement et exactement le diagnostic et établir sans hésitation, sans retard, le traitement dans toute sa rigueur.

---

## M. le D^r Stéphane LEDUC

Professeur à l'École de Médecine de Nantes

### ÉTUDE SUR LES COURANTS INTERMITTENTS DE BASSE TENSION

[615.844.2]

*— Séance du 5 août —*

Les courants intermittents de basse tension peuvent rendre plus de services qu'aucun des autres courants électriques employés en médecine : ils doivent, dans toutes les applications, remplacer les courants induits; ils peuvent, avec plus de perfection, faire tout ce que font ces derniers et ils peuvent accomplir beaucoup d'opérations pour lesquelles les courants induits sont inefficaces.

Ce sont les courants les mieux adaptés à l'électro-diagnostic, parce qu'ils représentent l'excitateur électrique le plus susceptible de mesure. C'est le but constant et le plus ardemment poursuivi de l'électricité médicale de déterminer la caractéristique électrique de l'excitation, c'est-à-dire de préciser en grandeur et en caractère l'excitant électrique produisant un effet déterminé. MM. Dubois Reymond d'Arsonval, Hoorweg, Zanietowsky, Dubois de Berne, G. Weis, M. Wertheim-Salomonson ont consacré à cette question d'importants travaux.

La caractéristique d'excitation est, en réalité, la mesure de toutes les grandeurs qui interviennent dans l'excitation. Le courant induit, l'excitant par excellence des nerfs et des muscles, ne permet aucune mesure ; toutes les tentatives dans cette voie ont échoué. Le courant intermittent de basse tension, excitant supérieur au courant induit, permet de mesurer avec une grande facilité l'intensité et la tension du courant excitateur et, par conséquent, de connaître à chaque

instant la résistance du sujet. Quoique des perfectionnements à cet égard soient nécessaires, on peut, avec ces courants, compter le nombre des passages et des intermittences à la seconde. Enfin, ces courants permettent de régler et de mesurer avec simplicité, facilité et perfection, le temps de passage du courant pendant chaque période, grandeur dont l'importance paraît capitale, aussi bien pour la thérapeutique que pour l'électro-diagnostic. Ce temps n'a été considéré et mesuré que dans des expériences difficiles de laboratoire et par des moyens ne comportant qu'une précision relative. Avec les courants intermittents de basse tension, cette mesure est la plus facile et la plus précise de l'électricité médicale et cette grandeur se révèle comme une des plus intéressantes à considérer, car, dans le phénomène de l'excitation, toutes les autres grandeurs électriques lui semblent subordonnées.

Pour produire les courants intermittents de basse tension, il faut :

1° Une source de courant constant, piles, accumulateurs, canalisation urbaine de courant continu, etc. ;

2° Un dispositif pour faire varier très graduellement la tension dans le circuit, collecteur, réducteur de potentiel, etc. ;

3° Un interrupteur, produisant des interruptions régulièrement espacées, dont il est avantageux de pouvoir faire varier le nombre dans des limites aussi étendues que possible et pourvu d'un dispositif permettant de faire varier de zéro à un les durées relatives de passage et d'interruption.

Dans le cours de nos études, nous avons employé divers interrupteurs. Celui que nous utilisons actuellement, construit par la maison Gaiffe, spécialement pour la production de ces courants, donne les meilleurs résultats ; c'est un interrupteur du type Contremoulin-Gaiffe. Sur un axe entraîné par une petite dynamo est monté un disque isolant, portant des pièces métalliques sur lesquelles frottent deux balais, dont un mobile ; le circuit est fermé par l'armature métallique entre les deux balais ; si le contact avec chaque armature s'établit et cesse simultanément pour chaque balai, le courant n'est interrompu que pendant les temps très courts pendant lesquels les balais franchissent les espaces isolants qui séparent chaque armature ; par le déplacement du balai mobile, on peut arriver à ne fermer le circuit que lorsque l'un des balais a déjà effectué la moitié, les 3/4, les 99/100, ou une fraction quelconque de son parcours sur l'armure, de sorte que le courant ne passe plus que pendant la moitié, le quart, le centième ou une fraction quelconque de la période.

Un rhéostat dans le circuit de la dynamo permet de régler la vitesse et, en même temps, le nombre des interruptions proportionnel à cette vitesse. Le nombre des interruptions peut se déduire de la vitesse de rotation ou se déterminer directement à l'aide d'un signal de Deprez et d'un diapason.

Un voltmètre, en dérivation sur les deux électrodes, permet de lire à chaque instant la différence de potentiel que l'on établit entre elles.

Un milliampéremètre apériodique, placé dans le circuit, donne l'intensité du courant. Il y a à considérer l'intensité indiquée par l'ampéremètre, pour le courant intermittent, et l'intensité absolue du courant lorsque le circuit est fermé; cette dernière intensité se déduit de la première lorsqu'on connaît la durée du passage du courant pendant chaque période. Si l'on désigne par mille la période, c'est-à-dire le temps entre chaque intermittence, le courant pourra passer pendant un millième, un dix-millième, un cent-millième, etc., de la période et être interrompu pendant le reste du temps. Comme la période d'oscillation de l'ampéremètre est beaucoup plus grande que celle du courant, ses déviations restent exactement proportionnelles aux quantités d'électricité qui le traversent. Si donc le courant passe pendant un millième de période, l'intensité marquée à l'ampéremètre sera le millième de l'intensité totale; pendant dix millièmes de période elle sera dix fois le millième de l'intensité totale; d'une façon générale, si $i$ est l'intensité du courant intermittent donné par l'ampéremètre, I l'intensité du courant lorsque le circuit est fermé, 1000 la période, $n$ la durée de passage du courant en millièmes de période, on a :

$$i = \frac{n\,I}{1000} \qquad \text{d'où } I = \frac{1000\,i}{n}$$

C'est à l'aide du milliampéremètre apériodique que l'on règle la fraction de période pendant laquelle on veut faire passer le courant. On ferme le circuit sur une résistance non polarisable, on élève la tension jusqu'à ce que l'ampéremètre marque par exemple dix milliampères, on met en route l'interrupteur et on déplace le balai mobile jusqu'à ce que l'intensité du courant intermittent soit un milliampère; c'est qu'alors le courant passe pendant un dixième, ou cent millièmes, de la période. Veut-on établir un passage beaucoup plus court, pendant un millième de période par exemple, on diminue la résistance placée dans le circuit jusqu'à ce que l'intensité du courant intermittent ait passé d'un milliampère à cent milliampères, puis on ramène cette intensité à un milliampère par le déplacement

du balai mobile ; le courant passe alors pendant un millième de la période.

D'une façon générale, 1000 étant la durée totale de la période, I est la déviation de l'ampèremètre dans le circuit fermé, $i$ dans le circuit intermittent, $n$ la durée de passage du courant; on a :

$$\frac{i}{I} = \frac{n}{1000} \text{ d'où } n = \frac{1000\, i}{I}$$

Il faut bien remarquer que, lorsqu'on utilise une variation de résistance dans le circuit pour régler la fraction de période du passage, il faut en tenir compte dans la mesure de $i$. Lorsque, par exemple, par la diminution de la résistance, on porte la déviation de 1 à 100, chaque division ne représente plus qu'un centième de milliampère.

D'ailleurs, dans la pratique, il sera avantageux d'avoir une graduation indiquant, par la position du balai mobile, la fraction de période pendant laquelle passe le courant.

Connaissant le nombre des intermittences dans l'unité de temps et la fraction de période pendant laquelle passe le courant, on peut en déduire la durée absolue de chaque passage, c'est-à-dire le temps de chacune des fermetures du circuit. Supposons par exemple qu'il y ait cent intermittences par seconde et que le courant passe pendant un millième de la période, il en résulte qu'il passe pendant un cent millième de seconde. Si N est le nombre des intermittences par seconde, $\frac{n}{1000}$ la fraction de période pendant laquelle passe le courant, D le temps de chaque passage, on a :

$$D = \frac{n}{1000\, N} = \frac{i}{I\, N}$$

On arrive ainsi à mesurer avec précision, par une déviation galvanométrique parfaitement stable, les fractions de temps extrêmement petites ; nous avons mesuré des durées de passage d'un trois cent millième de seconde.

Connaissant la durée absolue $t$ de chacun des passages et l'intensité du courant I à circuit fermé, on connaît ainsi la quantité d'électricité $Q = It$, qui traverse le circuit, et la quantité d'énergie correspondante $EIt$, pour chaque passage du courant.

La durée de chacun des passages du courant, dont les actions s'additionnent pour produire l'excitation neuromusculaire, n'a pu jusqu'ici être mesurée dans la pratique de l'électricité médicale ; et, cependant, nous l'avons dit déjà, son influence sur les actions des courants

paraît dominante. Un courant ayant cent intermittences par seconde et passant pendant cent millièmes de la période, c'est-à-dire pendant un millième de seconde, nous a donné le seuil de l'excitation du nerf cubital au coude avec une tension de sept volts. Dans ces conditions, les limites des variations du voltage faisant passer d'une excitation nulle à un tétanos insupportable ne dépassent pas un volt. Si l'on fait varier cette durée de passage depuis un millième jusqu'à 900 millièmes de période, on obtient le seuil de l'excitation.

| | | | Temps de passage du courant en seconde |
|---|---|---|---|
| Pour $\frac{1}{1000}$ | de période avec | 22 volts | 0,00001 |
| $\frac{10}{1000}$ | — | $15^v$ | 0,00010 |
| $\frac{20}{1000}$ | — | $13^v5$ | 0,00020 |
| $\frac{30}{1000}$ | — | $12^v$ | 0,00030 |
| $\frac{40}{1000}$ | — | $11^v5$ | 0,00040 |
| $\frac{50}{1000}$ | — | $10^v5$ | 0,00050 |
| $\frac{60}{1000}$ | — | $9^v5$ | 0,00060 |
| $\frac{70}{1000}$ | — | $9^v$ | 0,00070 |
| $\frac{90}{1000}$ | — | $8^v5$ | 0,00090 |
| $\frac{100}{1000}$ | — | $7^v$ | 0,00100 |
| $\frac{200}{1000}$ | — | $7^v5$ | 0,002 |
| $\frac{300}{1000}$ | — | $8^v$ | 0,003 |
| $\frac{400}{1000}$ | — | 8,5 | 0,004 |
| $\frac{500}{1000}$ | — | $9^v$ | 0,005 |
| $\frac{600}{1000}$ | — | 9,5 | 0,006 |
| $\frac{700}{1000}$ | — | $10^v$ | 0,007 |
| $\frac{800}{1000}$ | — | $11^v$ | 0,008 |
| $\frac{900}{1000}$ | — | $12^v$ | 0,009 |

Les résultats exprimés numériquement dans le tableau se trouvent graphiquement représentés par la courbe, figure 1.

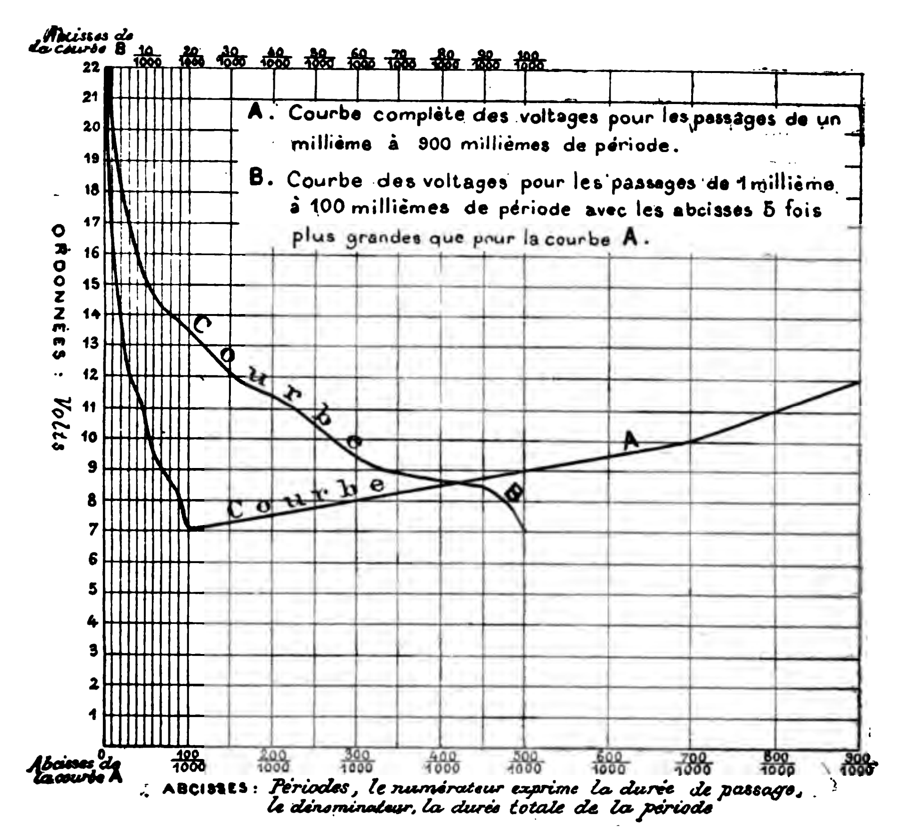



FIG. 1.

On voit que la durée de chacun des passages du courant a la plus grande influence sur le voltage nécessaire pour obtenir le seuil de l'excitation, puisque ces voltages varient de 22 à 7 ; on voit, d'autre part que les tensions nécessaires pour conduire au seuil de l'excitation passent par un minima 7 volts, pour le courant passant pendant cent millièmes de la période, représentant dans ce cas un millième de seconde. Pour des durées plus courtes du courant, le voltage s'élève rapidement suivant une ligne courbe de 7 à 22 volts ; pour des durées plus longues, il s'élève très lentement au contraire, suivant une ligne presque droite, jusqu'à 12v, pour $\frac{900}{1000}$ de période ou 0,009 millièmes de seconde pour chaque durée de passage du courant. Dans

l'étude de l'inhibition respiratioire, que nous avons faite en collaboration avec M. le professeur Rouxeau, nous avons constaté le même phénomène, plus marqué encore, puisque la différence s'étendait de 10 à 60 volts.

Quelle est la circonstance qui détermine ce minimum du voltage nécessaire pour produire une excitation donnée ? Est-ce le rapport entre les temps de passage et d'interruption du courant pendant chaque période ? ou est-ce la valeur absolue de la durée du passage? Pour résoudre cette question, nous avons tracé la courbe des voltages nécessaires à l'excitation minima, avec un courant de trois cents intermittences par seconde et nous avons trouvé que le minimum de voltage ne correspond plus au $\frac{100}{1000}$ mais au $\frac{300}{1000}$ de période, c'est-à-dire qu'il continue à coïncider avec une durée d'un millième de seconde de passage du courant. D'autre part, la courbe des mêmes voltages avec 40 intermittences par seconde montre que le minimum se déplace vers les fractions de périodes plus courtes. Il semble donc bien que le voltage nécessaire pour produire une excitation donnée dépend de la durée absolue de chacun des passages du courant et que le minimum de voltage correspond à une durée de passage d'un millième de seconde.

Tout ce que nous savons actuellement sur l'excitation neuro-musculaire à l'état pathologique fait présumer que nous avons, dans la mesure des durées de chacun des passages du courant intermittent, un moyen d'apprécier l'état pathologique des nerfs et des muscles, car, à mesure que progresse la dégénérescence d'un organe neuromusculaire, il faut des durées de passage de plus en plus longues pour en provoquer l'excitation; mais on n'avait jusqu'ici aucun moyen d'apprécier ces durées. Il est certainement inutile d'insister pour faire ressortir combien la mesure facile et précise des durées de passage du courant intermittent doit contribuer au progrès de l'électrodiagnostic. On aurait sans doute le moyen d'apprécier à toute époque le degré de dégénérescence par la durée du courant nécessaire à l'excitation.

Une expérience bien simple permet de donner une démonstration directe de l'influence des durées de passage du courant sur les phénomènes d'excitation. L'expérience étant disposée pour enregistrer les contractions de l'adducteur du pouce produites par l'excitation du cubital au coude, un métronome dans le circuit donne un passage du courant par seconde, la force électromotrice étant réglée d'avance pour donner la contraction maxima pour une durée de passage d'un

millième de seconde, on ferme le circuit de l'interrupteur pour la mise en route et l'on obtient le graphique figure 2, sur lequel on voit les longs passages, correspondant aux faibles vitesses, donner les premières contractions avec de faibles amplitudes, à gauche de

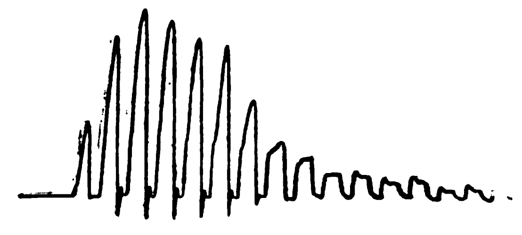


Fig. 2.

la figure; à mesure que la vitesse augmente et que les temps de passage diminuent, l'amplitude des contractions croît, puis passe par un maximum, malgré que les temps de passage varient toujours dans le même sens, en diminuant de plus en plus à mesure que la vitesse augmente; enfin, pour les très grandes vitesses et très courtes durées de passage, on voit que l'excitation a presque entièrement disparu. Cette expérience, dans laquelle le rapport entre les durées de passage et d'interruption reste invariable, démontre bien que l'excitation dépend des durées absolues des passages.

On peut obtenir une démonstration semblable à l'arrêt de l'interrupteur.

Dans ces expériences, le nombre des intermittences varie en même temps que les durées de passage, mais les expériences précédentes, dans lesquelles le nombre des intermittences restait inva-

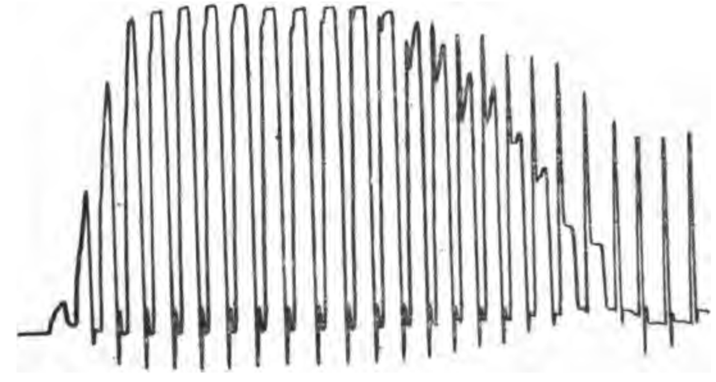


Fig. 3.

riable, tendent à démontrer que le voltage nécessaire à une excitation donnée dépend de la durée de passage et que, par conséquent, pour un voltage donné, l'action excitatrice dépend aussi du temps de passage.

On peut, d'ailleurs, obtenir une démonstration directe de l'influence des durées de passage sans variation du nombre des intermittences, en déplaçant aussi régulièrement que possible le balai mobile pendant le passage du courant. La figure 3 représente le graphique ainsi obtenu; les premières contractions à gauche correspondent aux très courts passages, les dernières à droite aux plus longs. On voit l'excitation s'élever rapidement lorsque la durée du passage s'accroît et diminuer ensuite lorsqu'elle devient très longue. Si le balai était déplacé mécaniquement, d'un mouvement bien uniforme, la ligne unissant les sommets des amplitudes de contraction représenterait la courbe des actions excitatrices du courant pour les diverses durées de passage.

La figure 3 montre des différences dans la forme de la courbe de contraction aux diverses parties du graphique, les dernières courbes ont des abscisses beaucoup plus courtes, une ascension et une chute presque verticale; ce ne sont plus les courbes d'un courant tétanisant comme le courant faradique, mais de simples secousses musculaires comme celles produites par la fermeture d'un courant continu. En d'autres termes, et c'est la constatation d'un fait physiologique nouveau dont nous croyons devoir souligner l'intérêt, malgré que le nombre des intermittences, c'est-à-dire des secousses excitatrices

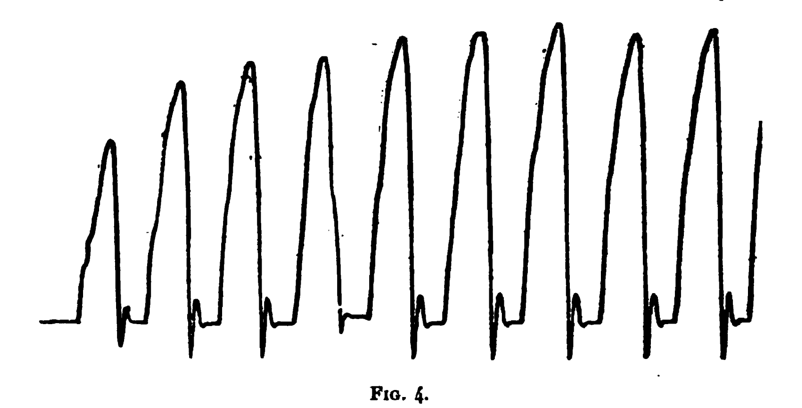


Fig. 4.

soit toujours le même, lorsque la durée des interruptions du courant devient très courte, le courant intermittent acquiert les propriétés physiologiques du courant continu.

Ce n'est pas la longue durée du passage du courant qui influence ainsi le caractère de l'excitation, car, lorsque l'on prolonge le passage en ralentissant les interruptions, on n'obtient aucune modification semblable, parce que la durée d'interruption est également prolongée. C'est donc bien à la courte durée de chaque interruption qu'est due la modification du caractère de l'excitation. Nous avons contrôlé ce fait par des expériences nombreuses; les figures 4 et 5 représentent, avec plus d'amplitude que la précédente, les contractions produites par un même courant intermittent avec des interruptions de 9 millièmes de seconde pour la figure 4 et de 0,25 millièmes de seconde pour la figure 5.

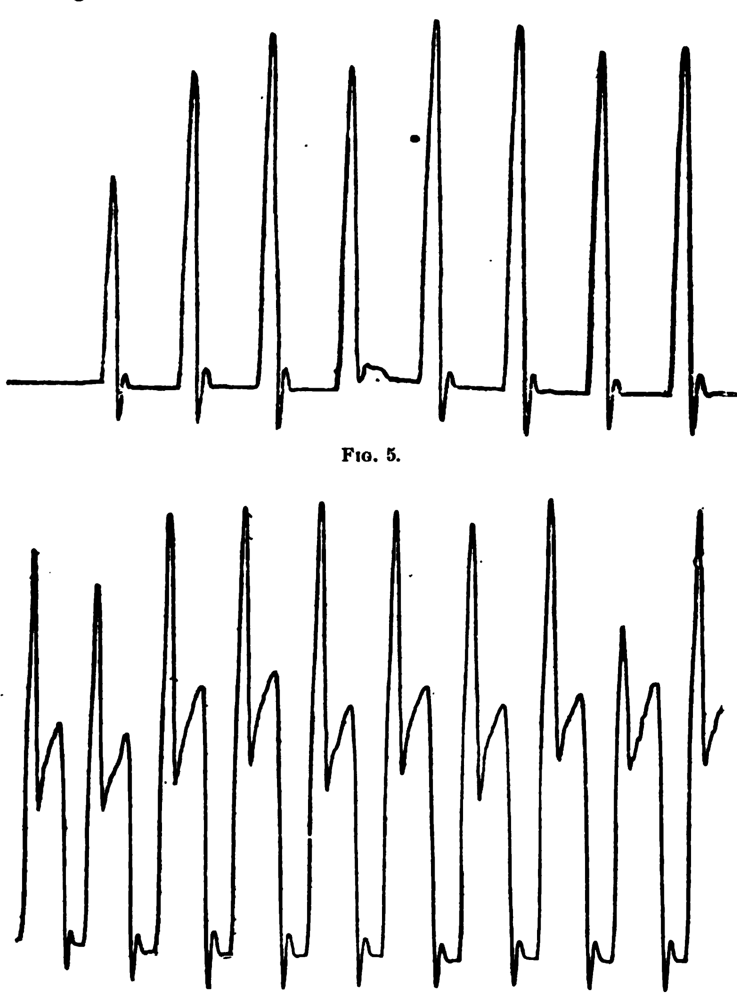


Fig. 5.

Fig. 6.

Entre les contractions tétaniques et les secousses, on voit sur la figure 5 des contractions intermédiaires, auxquelles paraissent correspondre deux excitations pour chaque passage du courant intermittent.

C'est lorsque l'interruption entre chaque passage est d'environ $\frac{1}{1000}$ de seconde que le phénomène est le plus marqué. La figure 6 représente cette forme de contraction pour des interruptions de $\frac{1}{1000}$ de seconde. On voit que dans cette période intermédiaire les contractions tétaniques et les secousses se trouvent réunies ; à la fermeture du circuit, il se produit d'abord une secousse et ce n'est que pendant la chute de celle-ci que se produit la contraction tétanique. Inutile d'ajouter que nous nous sommes assurés que les phénomènes, consécutifs à chaque fermeture du circuit étaient absolument indépendants de l'ouverture.

Nos expériences montrent qu'à mesure que diminue la durée de chaque passage du courant, la tension nécessaire à l'excitation du courant s'élève; si ce phénomène continue dans le même sens, on voit que, pour des passages infiniment courts, de très hautes tensions ne produiront plus aucune excitation des muscles et des nerfs. Les courants de haute fréquence se trouvent ainsi prendre place dans notre courbe d'excitation des courants intermittents, courbe qui unit tous les courants depuis la haute fréquence aux courants continus, et subordonne toutes leurs autres grandeurs à une seule grandeur, la durée de chacun des passages.

Dans nos études antérieures sur ces courants, nous avions constaté que, pour une même action superficielle, l'action excitatrice pénétrait d'autant plus profondément que leur tension était moindre. Il résulte de nos expériences actuelles que ces propriétés sont également subordonnées aux durées de passage dont alors nous ne pouvions tenir compte, et la plus grande pénétration de l'action excitatrice s'obtient avec le minimum de tension correspondant à une durée de passage d'un millième de seconde.

Dans nos expériences sur l'inhibition cérébrale, nous avions reconnu, sans pouvoir préciser d'ailleurs, que les effets du courant intermittent variaient suivant les positions relatives de l'animal et de l'interrupteur dans le circuit. Les actions d'un courant électrique ne sont les mêmes dans tous les points de son circuit que pendant sa constance ; dès que l'on fait varier le courant il s'établit, suivant les positions relatives du point de variation, de l'électrode active, des

résistances, des capacités, des self-inductions, des sections du circuit, etc., des différences entre les différents points d'un circuit, différences jusqu'ici complètement méconnues et qui s'imposent à l'étude des physiologistes et des médecins, car elles influencent toutes les actions physiologiques de l'électricité.

Considérons par exemple, figure 7, une électrode active 1 en rapport avec le pôle, d'une source à grand débit, c'est-à-dire avec un

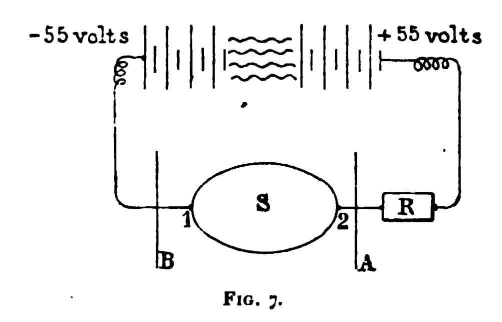



Fig. 7.

point à potentiel bien constant. S est le sujet dans le circuit, R est une résistance, l'électrode indifférente 2 est, par l'intermédiaire de la résistance, mise en rapport avec le pôle positif de la source que nous supposons avoir une force électromotrice de 110 volts. Le circuit étant ouvert en A, le potentiel de l'électrode active ne varie pas, et cependant le nerf est excité par un courant qui s'établit en raison de l'élévation du potentiel sous l'électrode indifférente. On peut donc exciter un nerf à potentiel constant. Si le circuit était ouvert en B, l'électrode active 1 serait au potentiel de + 55 volts ; au moment de la fermeture elle passerait à — 55 volts et subirait ainsi une variation de 110 volts ; le courant, d'ailleurs, serait exactement le même. Nous avions cru d'abord que le courant seul excitait le nerf et que, pour un même courant, on avait une même excitation à potentiel constant et à potentiel variable. L'axpérience nous a montré qu'il en était autrement et que, soit par action excitatrice plus grande, soit par modification de l'excitabilité, l'excitation neuromusculaire produite par un courant donné est d'autant plus grande que la variation de potentiel au point excité est plus grande.

Nous avons, pour ces expériences, employé le combinateur représenté figure 8. La pièce P mobile supporte quatre bornes, deux sur le trajet du fil positif, deux sur le trajet du fil négatif; ces bornes ont des prolongements métalliques plongeant dans des godets et cuvettes à mercure. On voit que, dans la position P, l'interrupteur est entre le

sujet et le pôle négatif de la source et que, dans la position P', il se trouve au contraire entre le sujet et le pôle positif de la source. Il suffit donc d'un déplacement instantané de la pièce mobile pour changer la position de l'interrupteur, ou d'un organe quelconque du circuit par rapport au corps. En procédant ainsi, on trouve que les

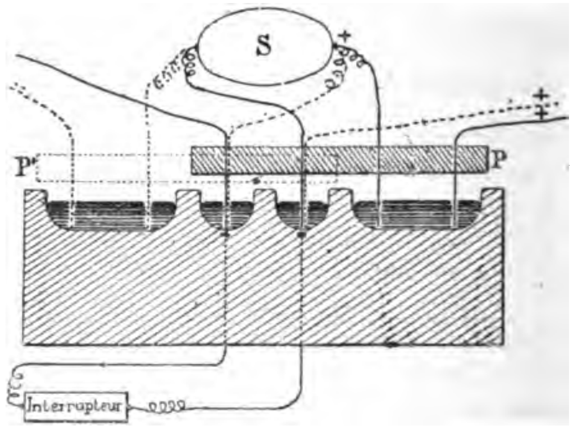



Fig. 8.

phénomènes d'excitation sous l'électrode active sont toujours plus marqués lorsque l'interruption se fait entre elle et la source que lorsqu'elle se fait entre l'électrode indifférente et la source. La figure 9 représente un graphique obtenu dans l'expérience décrite : les grandes amplitudes de contraction correspondent aux excitations à potentiel variable de 110 volts, les petites amplitudes aux excitations par le même courant à potentiel constant.

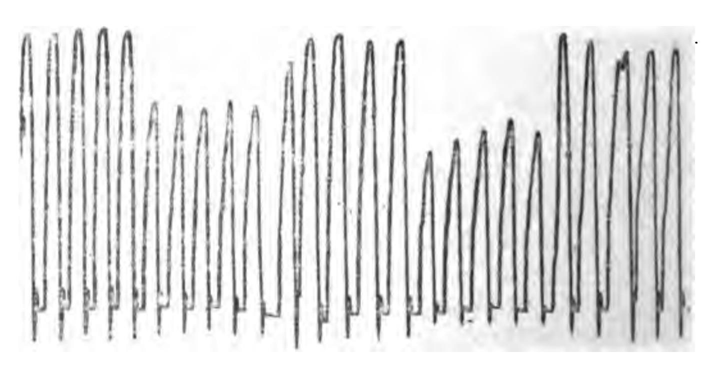


Fig. 9.

## CONCLUSIONS

Les courants intermittents de basse tension permettent de régler et de mesurer avec précision la durée de chacun des passages du courant.

Dans les actions physiologiques du courant, les grandeurs électriques, potentiel, intensité, sont subordonnées à la durée de chacun des passages du courant et peuvent être représentées par une courbe dont les abcisses sont proportionnelles à la durée de passage et les ordonnées à la grandeur électrique considérée.

La force électromotrice nécessaire pour produire une excitation donnée passe par un minima correspondant à une durée de passage d'un millième de seconde.

La durée des interruptions du courant influence surtout la forme des contractions; elle doit avoir une certaine grandeur pour donner des contractions tétaniques; si elle est très courte, la fermeture donne une secousse comme le courant continu; pour les durées intermédiaires on a pour chaque fermeture du circuit deux excitations, d'abord une secousse et, pendant la chute de celle-ci, une contraction tétanique.

Les actions excitatrices des courants électiques ne sont pas les mêmes aux différents points d'un même circuit; si l'électrode active est en rapport direct avec la source et que l'interruption se fasse entre l'électrode indifférente et la source, le potentiel de l'électrode active reste constant et l'excitation se fait à potentiel invariable. Lorsqu'au contraire l'interruption se fait entre l'électrode active et la source, l'excitation se fait à potentiel variable et elle est toujours plus forte que dans le premier cas.

---

M. WERTHEIM-SALOMONSON
Professeur à l'Université d'Amsterdam

## COURANTS DE HAUTE FRÉQUENCE NON AMORTIS [615.846]

*— Séance du 6 août —*

Dans une communication antérieure faite au Congrès de Berne, j'ai appelé l'attention sur l'arc chantant de Duddell comme un moyen très commode pour produire des courants sinusoïdaux d'une fréquence extrêmement élevée.

L'appareil consiste en une lampe à arc, par préférence avec régulation à shunt, dont on a relié les deux charbons — qu'on devra prendre homogènes tous les deux — avec un condensateur. Aussitôt que le circuit du condensateur est fermé, un sifflement se produit dans l'arc : c'est le phénomène de l'arc chantant. On constate alors la présence d'un courant alternatif énergique dans le circuit du condensateur.

Si l'on avait pris la précaution d'intercaler le primaire d'un appareil d'induction dans ce circuit, on peut transformer le courant sinusoïdal et on retire du secondaire un courant sinusoïdal d'un voltage convenable non superposé sur un courant continu.

Depuis que j'ai décrit l'appareil, je l'ai employé pour plusieurs recherches.

J'avais déjà constaté que la formule ordinaire pour la fréquence des alternations d'une décharge de condensateur ne saurait être admise, parce que l'intensité du courant continu exerce une influence notable sur la fréquence des altèrnations. C'est pour cela que j'ai étudié systématiquement cette influence. Les résultats de ces recherches ont été publiés dans une communication de l'Académie royale des Sciences, à Amsterdam, dans la session du 20 novembre 1902.

J'emprunte à cette étude seulement le fait qu'on peut approximativement représenter la variation dans le nombre des périodes par la formule :

$$\log. P = a + bI,$$

où P est le nombre des périodes complètes, I l'intensité du courant continu et $a$ et $b$ sont deux constantes.

Le nombre des périodes par seconde peut être extrêmement élevé : j'ai atteint au moins 300.0000 vibrations complètes par seconde.

J'ai déjà insisté, dans une communication antérieure, que l'on ne devait pas se servir d'un noyau de fer, qui s'échauffe très vite et qui cause une diminution notable de la fréquence et de l'intensité du courant pris des bornes du secondaire. Je puis ajouter, maintenant, que j'ai suivi la prescription de M. Braun, qui s'est servi d'un noyau construit en fer réduit par l'hydrogène mélangé avec un isolant liquide, par exemple la paraffine liquide, et enfermé dans un tube de verre. Mais M. Braun a employé ses noyaux avec des décharges amorties : avec les courants de Duddell, ces noyaux se chauffent comme les autres et offrent absolument les mêmes inconvénients. Je suis revenu avec une certaine satisfaction à mon premier dispositif, qui a encore l'avantage de ne pas déformer les courants sinusoïdaux.

Enfin mes expériences ont porté sur les qualités de ces courants comme agents excitateurs des muscles et des nerfs. A mon grand regret, je ne peux pas encore parler de ces expériences à ce moment-ci : elles ne sont pas terminées et les résultats m'ont tellement étonné, que je n'ose pas les exposer sans les avoir répétées sous des conditions plus stringentes et des précautions plus sévères.

Pourtant elles m'ont donné un petit résultat assez intéressant.

Vous savez tous, depuis les belles recherches de MM. d'Arsonval, Bernstein, Wedensky et autres, qu'en général les courants alternatifs d'une certaine fréquence ont une force excitatrice maxima. Lorsqu'on augmente la fréquence, on n'a plus toujours un tétanos complet, mais, avec les très hautes fréquences, 2,000 - 14,000 par seconde, on obtient facilement des secousses de fermeture et quelquefois des secousses d'ouverture aussi.

Comme les courants de Duddell nous offrent des fréquences 10 et 20 fois plus grandes et des intensités énormes, on voit tous ces effets très facilement et alors on constate qu'il ne s'agit pas d'un phénomène physiologique, mais d'un effet purement physique.

On voit, en fermant ou en ouvrant le courant secondaire, qu'il se produit une série de toutes petites étincelles presque microscopiques entre les points de contact, et c'est pendant que ces étincelles jaillissent qu'on voit apparaître la secousse d'ouverture ou de fermeture. Lorsqu'on ouvre les contacts très lentement, on peut facilement changer les secousses d'ouverture en tétanos d'ouverture.

Lorsqu'on fait l'expérience sur soi-même, on remarque aussi que l'intensité du courant est beaucoup plus grande quand une petite étincelle de quelques dixièmes de millimètre est intercalée dans le

circuit secondaire. L'intensité du courant baisse notablement aussitôt qu'on ferme le circuit complètement.

L'explication est très simple. Chaque bobine a, outre une self-induction assez élevée, une petite capacité, dont on ne parle pas, mais qui entre dans toute théorie quelque peu complète de l'appareil d'induction.

Quand on ouvre le circuit, l'action de cette capacité devient manifeste et il s'établit un courant assez fort même, causé par la résonance du circuit secondaire avec le circuit primaire. Mais, aussitôt qu'on ferme le circuit secondaire, on diminue la capacité. Alors intervient l'action du self, qui, cette fois, n'est pas neutralisé par la capacité. Par conséquent, le courant peut notablement diminuer en fermant un circuit et en rapprochant deux points entre lesquels éclate une étincelle.

Je dois ajouter que je ne crois pas avoir donné une explication pour tous les cas de secousse de fermeture ou d'ouverture : je n'ai voulu que signaler une cause purement physique et je m'abstiens d'indiquer d'autres causes qui existent.

---

## M. le Dr MESNARD

à Paris

### DIAGNOSTIC ET TRAITEMENTS PHYSIQUES ET MÉCANIQUES DE LA PARALYSIE INFANTILE [616.849]

*— Séance du 6 août —*

La paralysie infantile, décrite en 1851 par Rilliet, sous le nom de paralysie essentielle, le fut, quatre années plus tard, par Duchenne, de Boulogne, sous le nom de paralysie atrophique graineuse.

Laborde et Cornil, en 1864 et 1866, mirent en lumière l'atrophie des cordons antéro-latéraux de la moelle épinière ; enfin Vulpian, intéressé par cette découverte, continua cette étude et découvrit que la lésion intéressait les cornes antérieures.

C'est depuis cette époque que la paralysie infantile est considérée comme une myélite systématique des cornes grises antérieures de la moelle.

Ne voulant pas écourter un travailint éressant en ne nous occupant que de la question *diagnostic*, nous croyons devoir réunir, aussi brièvement que possible, sur l'étiologie de la maladie qui nous occupe, de même que sur l'anatomie pathologique et les symptômes.

*Étiologie.* — La paralysie atrophique est presque exclusivement observée dans la première enfance; c'est ce qui lui vaut la dénomination, vague mais courante, de paralysie infantile.

Elle est fréquente dans les deux premières années de la vie. Elle devient rare après la quatrième année.

Exceptionnellement on en a observé quelques cas dans la période de l'adolescence.

On a beaucoup incriminé la dentition, qui semblait, pour quelques-uns, jouer un certain rôle pathogénique; mais il n'y a là rien de fondé; ce qui pourrait être plus admissible, comme causes prédisposantes, ce seraient certaines maladies infectieuses, parmi lesquelles on doit citer : la fièvre typhoïde, la scarlatine et même la rougeole.

Medin, de Stockholm (dans les *Archives de Médecine des Enfants*, juin 1898), parle d'une épidémie de fièvres infectieuses qui produisit des paralysies atrophiques. Faut-il conclure (avec Cordier, dans le *Lyon médical*, janvier et février 1888), à la contagiosité du mal, parce que, sur une population de 1400 habitants, 13 cas de paralysie infantile survinrent simultanément?

Nous n'oserions répondre par l'affirmative.

Ce qui est bien certain, c'est que, fréquemment, des enfants succombent pendant des convulsions, sans qu'on ait le temps de diagnostiquer la paralysie atrophique.

*Anatomie pathologique.* — En ce qui concerne l'anatomie pathologique, rappelons que Damaschino et Roger indiquent la formation, dans l'une des cornes grises, de foyers de myélite avec ramollissement rouge. Ces foyers de myélite, suivant la localisation et l'étendue de la paralysie, sont en nombre variable. Dans la *Revue des Maladies de l'Enfance* (année 1883), Archambault et Damaschino font remarquer que ces foyers, sur un enfant mort au 26e jour, formaient — sur des coupes — des taches parfaitement visibles à l'œil nu.

Lorsqu'il s'agit d'ulcérations anciennes, les cellules sont le siège d'une atrophie scléreuse ; les racines antérieures et les cordons blancs sont atrophiés.

On tend à croire que l'inflammation commence par la névroglie et les vaisseaux ; les cellules sont prises ensuite. Charcot, cependant,

fut d'avis que c'était sur la substance grise et les cellules motrices que débutait l'inflammation.

Il est rare de voir siéger les lésions au niveau du renflement cervical; on les trouve presque toujours — unilatérales ou bilatérales — au niveau du renflement lombaire.

Les muscles ne sont, parfois, qu'un peu diminués de volume, mais il est des cas où le muscle disparaît et se trouve remplacé par sa *gaine aponévrotique*. Parfois sa couleur reste normale, mais il peut devenir graisseux et jaune. Dans tous les cas, rien de constant dans cette atrophie, comme on a pu le croire. Les os, eux-mêmes, subissent un arrêt d'accroissement de plusieurs centimètres du côté malade, alors que les membres sains continuent à évoluer normalement. Au niveau des épiphyses leur volume diminue et il y a une altération marquée des surfaces articulaires.

*Symptômes.* — Il est exceptionnel que le début de la paralysie infantile ne soit précédé ni de fièvre ni de convulsions.

La fièvre peut être rémittente ou continue, très courte, éphémère même, mais elle peut, aussi, durer *pendant toute une semaine*.

Certains enfants accusent des douleurs dorsales; plus rarement, des fourmillements dans les membres. Ce qui est très remarquable, c'est que la paralysie est d'abord très étendue — (elle peut même être générale) et qu'elle se limite, ensuite, à un membre; mais cela n'a lieu qu'après une dizaine de jours, ou, tout au moins, après cinq ou six jours. Il y a abolition ou diminution des réflexes. La sensibilité est conservée. L'émission des urines et des matières fécales s'effectue normalement.

L'hémiplégie est rare; on observe plutôt de la paraplégie, avec prédominance d'un côté.

On peut aussi constater la paralysie d'une jambe et celle du bras opposé. *C'est la forme croisée.*

De même, on voit la paralysie infantile limitée à un seul muscle ou à un groupe de muscles. Le côté droit est plus souvent atteint que le côté gauche. Il est à remarquer que, lorsque la paralysie frappe un enfant qui n'a pas encore marché, il y a immobilité absolue du membre paralysé. S'il s'agit d'un enfant qui a marché, la marche devient difficile; il y a claudication. Il traîne la jambe. Lorsque la maladie compte déjà cinq ou six semaines de durée, les extrémités des membres paralysés, surtout les pieds, deviennent froids et sont quelquefois œdémateux.

Il résulte de l'atrophie de certains muscles, que ne contreba-

lancent plus les antagonistes, des déformations parmi lesquelles nous citerons le pied bot, qui peut être *valgus* ou *varus équin*.

Nous nous contenterons de ce très bref aperçu des symptômes de la paralysie atrophique pour nous occuper, avec plus de développement, de la question de diagnostic et de traitements.

*Diagnostic et électro-diagnostic.* — Il est impossible, disons-le, à la phase aiguë, de reconnaître la paralysie.

Il est trop naturel de songer, à ce moment, à une méningite ou, même au début, à une fièvre infectieuse.

Le diagnostic est de beaucoup plus aisé à la phase de paralysie et d'atrophie.

Lorsque c'est la forme hémiplégique qui est observée, la paralysie est d'origine cérébrale; elle débute d'emblée, intéresse la face et n'est pas accompagnée d'atrophie. La résistance électrique se trouve, de façon très sensible, augmentée au niveau des muscles paralysés.

Il est facile de constater ce fait par la simple observation du milliampéremètre placé dans le circuit. — *Lorsque l'électrode active est placée sur le côté sain et quand on la pose sur le côté paralysé, on note une diminution, très appréciable, de l'intensité.* Ce qui prouve, évidemment, que la résistance est augmentée. On distinguera facilement les états paralytiques du rachitisme, de la diphtérie, du mal de Pott, l'atrophie musculaire, des arthropathies, de la paralysie infantile.

La paralysie obstétricale des nouveau-nés, lorsqu'elle guérit, est assez facile aussi à distinguer. Il est des cas où elle est suivie d'atrophie musculaire. Il faut insister, alors, sur les commémoratifs, et le doute cessera si elle siège aux membres supérieurs.

Pas d'erreur de diagnostic possible, non plus, avec l'atrophie musculaire progressive qui s'établit petit à petit, progressivement et qui est chronique.

*Traitements physiques et mécaniques.* — On a dit, on a cru, que les traitements de la paralysie infantile n'étaient que des palliatifs, et beaucoup de traités de médecine déclarent que cette maladie est incurable. Évidemment, il y avait du vrai dans ces assertions lorsque l'électrothérapie n'était qu'à la période des essais.

La révulsion locale par les ventouses, les pointes de feu, les vésicatoires, augmentaient les souffrances des malades et ne les guérissaient pas. Tout au plus y avait-il accalmies. Les purgatifs, la strychnine, l'ergotine, sont souvent, trop souvent, demeurés lettre morte

comme indications thérapeutiques, de même que les bains salés et sulfureux. Il n'en est plus de même avec le traitement électrique. et nous proclamons hautement que l'électrothérapie, sagement conduite, appliquée longtemps avec la forme qui convient à chaque cas, peut, ou guérir la paralysie, si elle est légère, ou singulièrement l'améliorer; c'est-à-dire que l'on constatera une diminution de l'atrophie du membre paralysé, une régulation thermique à peu près normale des muscles paralysés, une difformité beaucoup moindre du pied ou de la main et la marche se rapprochera beaucoup de la marche normale. N'est-ce pas déjà un énorme progrès, cela?

Évidemment, nous n'avons pas la prétention d'émettre qu'en principe toutes les paralysies infantiles sont tributaires d'un traitement par l'électricité; mais, ainsi que nous venons de le dire, nous affirmons *qu'elle peut, toujours, produire une amélioration sensible.*

L'essentiel est de savoir comment doit être appliqué le traitement.

Lorsqu'on se trouve en présence d'un enfant atteint de paralysie atrophique graisseuse et que le diagnostic est nettement établi, on devra d'abord rechercher les réactions électro-musculaires.

L'examen électrique permettra au praticien de se prononcer relativement à la gravité de la paralysie.

Nous avons donné, plus haut, la marche à suivre pour cet *électro-diagnostic.*

Les réactions musculaires que l'on constatera, dans la poliomyélite antérieure, peuvent être divisées en trois classes, et à chacune correspond un pronostic de gravité différente :

*a)* Certains muscles du membre paralysé ne présenteront qu'une diminution de l'excitabilité faradique, une égalité de cathode et d'anode à la fermeture.

Soyez assurés que ces muscles reviendront à l'état normal à la suite d'un traitement bien conduit et approprié. C'est une lésion des cellules des cornes antérieures peu profonde qui cause leur paralysie.

Ces cas sont rares, malheureusement.

*b)* Chez le même enfant on peut aussi trouver la réaction de Duchenne de Boulogne (c'est-à-dire l'abolition de l'excitation faradique) et celle d'Erb, avec une remarquable lenteur des secousses. Si l'on porte, alors, l'excitateur sur le tendon des muscles observés, on constatera, en troisième lieu, la réaction de Remak Doumer.

Il est aisé de comprendre alors que, dans ce cas, le pronostic est grave. Cependant, on doit instituer le traitement électrique, puisque

les muscles ne se trouvent pas complètement isolés de leurs centres trophiques.

*c)* On trouvera, enfin, des muscles chez lesquels existera la réaction de Duchenne de Boulogne sans que l'on puisse constater la contractilité galvanique d'Erb. Seule, la réaction de Remak-Doumer persistera.

Plus grave encore sera le pronostic dans cette forme. Nous aurons la déformation du membre et l'atrophie musculaire.

Quoi qu'il en soit et quelle que soit la nature des réactions musculaires, on devra se servir du courant galvanique.

On préludera par la galvanisation continue :

1° Électrode de 100 centimètres carrés sur la colonne au niveau de la région correspondant au siège des cellules lésées;

2° Électrode de plus petite surface, et de forme appropriée à celle du groupe musculaire à traiter, appliquée sur les muscles paralysés;

3° On reliera cette électrode active au pôle positif. Au bout de fort peu de temps, on constatera que *la température du membre paralysé égalera celle du côté sain.*

Conclusion. — La nutrition du muscle paralysé est favorisée par le courant.

La *durée des séances d'électrisations sera de dix minutes, pas plus*, pour chaque groupe musculaire.

L'intensité, pour une surface active, sera portée de 60 centimètres carrés à la valeur de 15 à 20 M. A.

On continuera ainsi pendant huit ou dix jours, et les petits malades supporteront parfaitement ses séances. Puis on en viendra à l'excitation de la fibre masculaire, toujours avec le courant galvanique, excepté lorsque le degré de la lésion n'entraînera pas la réaction d'Erb, auquel cas il faudrait recourir au courant faradique rythmé.

Lorsque l'électro-diagnostic aura révélé l'existence des trois réactions (de Duchenne de Boulogne, d'Erb, de Remak), on se servira du courant galvanique rythmé, ou de l'appareil de Truchot.

Durée des applications : trois à cinq minutes pour chaque groupe de muscles. Séances tous les deux jours.

Le traitement électrique, pour être vraiment efficace, doit être institué dès que la paralysie a été constatée. Pourquoi, en effet, ainsi que l'on a eu, parfois, l'habitude de le faire, attendre deux ou trois semaines? — C'est du temps perdu bénévolement.

Ce qu'il importe de posséder pour traiter avec succès les petits

paralysés, *c'est de la patience.* Celle-ci, nous le savons, se rencontrera toujours chez le médecin, mais il lui sera plus difficile de trouver cette docilité, cette constance, chez les parents qui, sans réfléchir et sans connaître la profondeur des lésions, voudraient voir obtenir une guérison au bout d'un mois à peine!

Il faut donc que tout médecin qui s'intitule électricien inspire aux parents des enfants qu'il a à traiter de la confiance, de la foi, si non en la guérison complète, totale, du moins en l'amélioration qui permet d'espérer, encore, davantage.

Les malades doivent être soumis, pendant longtemps, à l'action du courant. Et, par *longtemps*, nous n'entendons pas dire *cinq ou six mois*, mais, bien *trois ou quatre ans.* Il est bien entendu que, si au début, les séances sont renouvelées tous les deux jours, on peut, au bout d'un certain temps, laisser quelque répit aux malades, mais jamais, pendant plus de huit ou dix jours.

Pour être plus précis, disons que le traitement doit être suivi. pendant trois mois, avec la plus grande régularité. On espace les séances, ensuite en en faisant deux par semaine, pendant trois mois. encore. Puis on ne fait plus qu'une séance par semaine. — C'est, du reste, au médecin à reconnaître à quel moment il doit cesser son intervention.

Le traitement électrique agit, très probablement, sur les fonctions trophiques de la moelle. Les résultats qu'il donne méritent que l'on s'obstine à l'appliquer. Nous ne conseillons pas de lui adjoindre le massage, à aucun moment; mais nous sommes assez partisan, comme corollaire, du traitement électrique des frictions sèches, ou à l'alcoolat de lavande et, dès que les enfants peuvent le supporter, certains mouvements de la gymnastique suédoise, qui, depuis quelques années, tend à s'acclimater en France, nous ont toujours semblé aider à l'amélioration à l'acheminement vers une guérison, lorsqu'elle est possible.

---

M. le Dr MONDAIN

au Havre

## UN CAS DE CANCER GUÉRI PAR LES RAYONS X

[615.849 : 616.0046]

*— Séance du 6 août —*

Obs. — La malade qui fait l'objet de cette communication est âgée de cinquante-six ans; elle appartient à une famille d'arthritiques (grand-père, père, frères) goutteux; sa mère est morte d'un cancer utérin à cinquante-cinq ans.

Comme antécédents personnels, on peut noter un coryza chronique débutant à douze ans, une fièvre typhoïde à vingt ans; à trente-cinq ans, une péritonite et de fréquents accès d'asthme accompagnés de bronchites.

Deux fois mariée, deux enfants, deux fausses couches; toujours très bien réglée; elle a eu son retour d'âge à cinquante-trois ans. C'est à ce moment, en 1900, qu'elle s'aperçoit que son sein gauche augmente légèrement de volume et devient plus dur que le droit; une petite dépression apparaît à gauche du mamelon. Étant alors à Saint-Dié, elle consulte un médecin, qui pose le diagnostic de mastite chronique et lui donne une pommade avec de bonnes paroles.

En 1901, léger suintement du mamelon; on continue la pommade en toute sécurité.

Au commencement de 1902, la malade vient habiter Le Havre. En juin, apparaît une rougeur au-dessus du mamelon, suivie bientôt d'une ulcération qui laisse suinter un liquide d'une odeur douceâtre.

Bien que la malade ne souffre pas, elle consulte un chirurgien, qui juge l'opération impossible et fait des applications de baume du Commandeur. Deux nouvelles ulcérations apparaissent et, quand, au mois d'août, on consulte le professeur Troisier, celui-ci déclare au mari qu'il s'agit d'une affection incurable devant amener la mort dans quelques mois.

On continue les applications de baume du Commandeur.

Cependant l'ulcération fait des progrès rapides et, en octobre, les douleurs commencent en même temps que suinte un pus fétide.

Je fus appelé pour voir la malade le 18 janvier 1903.

A cette époque, l'ulcère nous offre la forme d'un ovale ayant un grand diamètre transversal de 12 centimètres et un petit de 8 centimètres, d'une profondeur de 5 millimètres environ. Les bords sont festonnés, rougeâtres, et, au centre, on voit le mamelon sphacélé et noirâtre. Il en coule une sanie infecte; de nombreux vaisseaux s'irradient du côté du cou et de l'aisselle; on trouve des ganglions sus-claviculaires et axillaires. La malade a légèrement maigri; son teint est jaune; cependant, l'état général

reste assez bon; les douleurs, surtout fréquentes la nuit, sont encore supportables.

Pendant deux mois, j'essaie en vain tous les moyens possibles de désodoriser ce foyer putride. Je conseille alors l'application des rayons X.

Un radiothérapeute, le Dr Marion, venait de s'installer au Havre; j'allai le voir pour lui demander de traiter ma malade.

Après quelques hésitations, car il n'avait jamais ni traité, ni vu traiter de cancer, il consentit à commencer les applications de rayons sous le couvert de ma responsabilité.

Le matériel de mon collègue se compose d'une bobine de 35 centimètres d'étincelle fonctionnant sur courant alternatif, avec soupape de Nodon et interrupteur Ducretet.

L'ampoule dont nous nous sommes servis était à régénérateur à potasse, neuve et, par conséquent, molle. Cette ampoule a servi à toutes les séances. Pas de spintermètre, pas de radiochromomètre, instruments dont j'ai pu apprécier depuis la nécessité; pas de précautions prises pour garantir le visage, le thorax ni l'abdomen de la malade.

Le traitement est commencé le 11 mars :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| *11 mars.* — | Durée de l'application, | 7 | minutes. | Distance de l'ampoule, | $0^{m}30$ |
| *12 mars.* — | — | 9 | — | — | $0^{m}25$ |
| *13 mars.* — | — | 10 | — | — | $0^{m}20$ |
| *14 mars.* — | — | 10 | — | — | $0^{m}20$ |
| *15 mars.* — | — | 10 | — | — | $0^{m}20$ |
| *16 mars.* — | — | 10 | — | — | $0^{m}20$ |

Pendant ces six premières séances, on observe une diminution progressive, puis une cessation complète de la douleur.

L'aspect général de l'ulcère est meilleur; un commencement de cicatrisation apparaît sur les bords, l'écoulement sanieux diminue. La malade ne fait plus son pansement que trois fois par jour au lieu de vingt.

Du *17* au *22 mars*, on continue des applications de dix minutes à 18 centimètres de l'ampoule.

Au bout de ces six nouvelles séances, l'ulcère se comble de bourgeons, le champignon central, formé par le mamelon, est en voie de résorption, le suintement est presque nul et d'une odeur très supportable.

Du *24 mars* au *1er avril* inclus, on fait encore neuf séances de dix minutes et à 20 centimètres.

L'ulcère a un très bon aspect bourgeonnant. La cavité est comblée et, sur les bords on a gagné 8 millimètres; il n'existe plus ni sanie ni odeur; mais un érythème intéressant la région pectorale, le cou, la face et le bras gauche, apparaît soudain et la malade se plaint de perdre ses cheveux.

Malgré tout (les débutants ont seuls de ces audaces) on continue les séances, toutefois, le temps d'exposition aux rayons n'étant plus que de six minutes, mais toujours à 20 centimètres du tube.

Au bout de sept séances, *13 avril*, vingt-huitième jour du traitement, l'ulcère a gagné 2 millimètres sur ses bords, le champignon central est considérablement diminué.

Le *28 avril*, après six nouvelles séances, trente-quatrième jour du traitement, on voit apparaître, au-dessous de l'ulcère, une magnifique

flore de bulles phlycténulaires, qui laissent suinter une sérosité abondante, en même temps que renaissent de cuisantes douleurs.

Mon collègue juge bon d'interrompre le traitement. Cependant, au bout de quelques jours, le liquide prend une odeur sanieuse. On recommence les applications des rayons X le *4 mai*.

La malade est à 40 centimètres du tube et les séances durent huit minutes. Au bout de deux jours, il n'y a plus de sérosité et, le *25 mai*, trente-neuvième application, sa cicatrisation est presque complète; l'ulcère est recouvert d'une peau fine, avec quelques écailles mélicériques.

Depuis, nous avons fait quelques séances complémentaires en juin et juillet, d'abord deux fois par semaine, puis une seule, le tube toujours à 40 centimètres, et pendant cinq minutes seulement. A l'heure actuelle, l'ulcère est remplacé par une peau rose de bon aloi; les ganglions axillaires et sus-claviculaires n'existent plus; la malade a repris sa gaieté et sa vie ordinaire.

Je suis loin de penser que les rayons X doivent, dans tous les cas, guérir les cancers; mais je puis conclure, après bien d'autres d'ailleurs plus compétents que moi en cette matière, que c'est, à l'heure actuelle, la méthode de choix pour le traitement de cette terrible maladie.

Je crois, d'ailleurs, qu'en ayant soin de n'employer que des rayons d'un degré de pénétration déterminée, toujours le même pour chaque malade et en protégeant le sujet d'un écran de plomb, on peut employer cet agent thérapeutique avec des chances sérieuses de succès, et sans danger.

---


## M. le Dr H. BORDIER

Agrégé à la Faculté de Médecine de Lyon


### INFLUENCE DE LA GALVANISATION PRIMITIVE D'UN MEMBRE SUR CELLE DU MEMBRE OPPOSÉ [615.843]

— *Séance du 6 août* —

Il arrive, dans certains cas, que l'on est obligé d'appliquer le courant galvanique *successivement* aux deux bras ou aux deux jambes d'un malade : de soumettre par exemple le bras droit, de l'épaule à la main, à l'action du courant, puis de faire la même opération pour le bras gauche.

C'est pendant une série d'applications de ce genre que nous avons observé le phénomène que nous allons décrire.

Supposons un malade sur lequel on va procéder à la galvanisation du bras droit, en appliquant derrière l'épaule droite une électrode de 100 cent. carrés, pendant que son avant-bras plonge dans un bain d'eau chaude à 38°, où se trouve une lame de charbon reliée à la source galvanique ; de plus employons un réducteur de potentiel afin de nous mettre à l'abri des variations de résistance qui pourraient se produire dans un rhéostat à liquide.

Si nous portons l'intensité du courant à 20 *m*A par exemple, nous observerons une ascension progressive qui cessera au bout de 10 à 15 minutes. Notons l'augmentation de l'intensité au-dessus de 20 *m*A.

Procédons alors à la galvanisation du bras gauche en suivant exactement la même technique que tout à l'heure, l'eau étant de nouveau reportée à 38°. L'électrode de 100 cq. est maintenant derrière l'épaule gauche.

Après avoir porté le courant à 20 mA avec le réducteur de potentiel comme précédemment, on constatera encore une ascension progressive de l'intensité; mais celle-ci sera beaucoup plus marquée que dans le premier cas ; elle sera deux ou trois fois plus considérable.

Tel est le fait que nous avons observé sur un malade atteint de phénomènes névritiques des deux côtés.

Nous avons voulu savoir si la même inégalité d'ascension galvanométrique s'observerait sur un sujet sain et nous avons vu, en effet, que dans la galvanisation du bras gauche, avec 20 mA comme intensité initiale, l'ascension après un quart d'heure était de 4m A, tandis que dans la galvanisation du bras droit, faite aussitôt après et dans les mêmes conditions, l'ascension était de 10 mA ; c'est-à-dire que dans le premier cas le milliampèremètre marquait 24 mA et dans le second 30 mA.

Nous nous sommes demandé quelle pouvait être la cause d'une telle différence entre les deux côtés électrisés ainsi successivement; pourquoi l'intensité monte-t-elle davantage du côté qui est électrisé en second lieu?

Nous avons pour cela cherché à voir si la résistance électrique ne subissait pas, du fait d'une première galvanisation, une diminution du côté opposé.

Nous avons employé, pour ces mesures, la méthode clinique du professeur Bergonié avec l'appareil à fil rectiligne que nous avons décrit ailleurs (Société médicale des Hôpitaux de Lyon, mai 1903).

Nous avons appliqué une électrode neuve de 100 cent. carrés derrière l'épaule droite d'un sujet, pendant que sa main plongeait jusqu'au poignet dans de l'eau à 35°. Dans ces conditions, en défalquant la résistance des électrodes, nous avons trouvé une résistance de $3854^{\omega}80$. Nous avons alors soumis ce même côté droit à la galvanisation avec 20 mA, exactement comme dans les cas précédemment rapportés. Après 15 minutes de cette électrisation, nous avons procédé à la mesure de la résistance *du côté gauche*. Cette fois, la résistance a été trouvée égale à $2962^{\omega}40$, au lieu de 3854,8; il y a donc eu, après la galvanisation du côté droit, une diminution de $892^{\omega}40$ dans la résistance du côté opposé.

Chez un second sujet, nous avons effectué les mêmes mesures et la même expérience en électrisant d'abord le côté gauche : la résistance, de l'épaule à la main, de ce côté, fut trouvée égale à $3923^{\omega}80$.

Après galvanisation, avec 20 mA, du bras gauche, la résistance de l'épaule à la main *du côté opposé* (droit), la résistance était tombée à $3486^{\omega}80$, d'où une diminution de 437 ohms.

Il résulte de ces mesures et cela d'une façon très nette, que la première galvanisation a pour effet de diminuer la résistance électrique des autres régions symétriques du corps; cette diminution permet alors de se rendre compte de la plus grande valeur de l'ascension galvanométrique du côté galvanisé en second lieu. La première galvanisation a pour ainsi dire préparé le terrain et favorisé les conditions de l'application du courant sur le côté symétrique et opposé.

Comment maintenant expliquer cette influence d'une première électrisation? Il ne paraît pas douteux qu'il faille chercher ailleurs que du côté des centres nerveux vaso-moteurs : ces centres se trouvent, on le sait, dans l'axe bulbo-médullaire et dans les ganglions du sympathique. Or, les lignes de flux du courant appliqué en premier lieu ont produit sur ces centres une excitation qui s'est manifestée par une vaso-dilatation dans les régions dépendant des centres touchés. Il y a eu, par la première application, mise en branle pour ainsi dire de ces actions vasomotrices par l'excitation des centres, si bien qu'après cette première application de courant, la résistance électrique du côté opposé se trouve diminuée par suite de la vasodilatation produite.

Si donc on galvanise ce côté-là, l'intensité s'élèvera rapidement et atteindra une valeur plus considérable que lors de l'électrisation première, parce qu'en plus de la vasodilatation générale que celle-ci vient de produire il y aura une vasodilatation intense sous les élec-

trodes et avec d'autant plus de facilité que les nerfs vasodilatateurs ont été placés dans des conditions tout-à-fait favorables à leur excitation.

---

## M. le Dr H. BORDIER

Agrégé à la Faculté de Médecine de Lyon

### APPAREIL POUR LA MESURE DES RÉSISTANCES ÉLECTRIQUES DES TISSUS CHEZ L'HOMME [615.841.7]

— *Séance du 6 août* —

Le principe sur lequel repose cet appareil a été indiqué par le professeur Bergonié; mais la sensibilité de son dispositif est beaucoup moins grande que celle de l'appareil que nous avons construit nous-même au laboratoire de physique et que nous présentons à la Section.

Sur une prise de courant continu à 110 volts, par exemple, plaçons : 1° un fil de ferro-nickel APBA' (*fig. 1*), ayant une résistance de 50 ohms exactement, à la température ordinaire; 2° une lampe L de 50 volts; 3° un rhéostat R; 4° un ampèremètre sensible et vérifié.

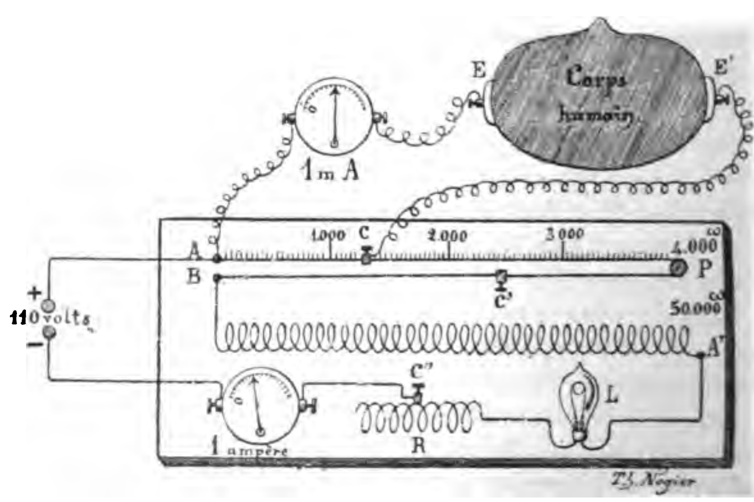



FIG. 1.

En agissant sur le rhéostat, il sera facile de donner à l'intensité du courant la valeur de *1 ampère* : à ce moment-là on a, d'après la loi d'Ohm $\left(I = \frac{E}{R}\right)$.

$$1^{amp.} = \frac{E}{50^{\omega}},$$

d'où E = 50 volts; ce qui veut dire qu'il existe, dans ces conditions, entre les deux extrémités du fil de ferro-nickel, une différence de potentiel de 50 volts.

Établissons maintenant un circuit dérivé en prenant le courant à l'une des extrémités A du fil résistant, d'une part, et, d'autre part, à un curseur C pouvant se déplacer le long du fil; dans ce circuit, plaçons : 1° le sujet dont la résistance électrique doit être mesurée et sur lequel deux électrodes EE' bien humectées sont appliquées; 2e un milliampèremètre sensible.

Quand le curseur C est éloigné de l'extrémité du fil, la différence de potentiel, qui est la cause du courant dans le circuit dérivé, va en augmentant, et l'on peut ainsi donner à ce courant dérivé l'intensité de 1 mA. Soit, à ce moment-là, $l$ la longueur du fil résistant jusqu'au curseur; appelons L sa longuenr total; il y a entre la différence de potentiel $e$, qui correspond au circuit dérivé, et la différence de potentiel, 50 volts, qui existe entre les deux bouts du fil de ferro-nickel, la relation :

$$\frac{e}{50} = \frac{l}{L};$$

d'où

$$e = \frac{50}{L} \times l.$$

D'autre part, lorsque l'intensité du courant dérivé est égale à $0^{amp.}001$, on a, en désignant par $x$ la résistance du circuit,

$$0^{amp.}001 = \frac{e}{x};$$

on tire de là :

$$x = \frac{e}{0{,}001} = 1{,}000 \times e$$

Si l'on remplace $e$ par sa valeur précédemment calculée, il vient :

$$x = \frac{50{.}000}{L} \times l.$$

La résistance $x$ est, par suite, obtenue en multipliant le terme constant $\frac{50,000}{L}$ par la distance $l$ à laquelle le curseur a été placé.

Pour avoir la résistance des tissus, il suffit d'appliquer les deux électrodes l'une contre l'autre et avec la même pression que celle avec laquelle elles étaient fixées sur la peau; leur résistance mesurée avec la même technique que précédemment est alors retranchée de la résistance totale $x$.

Dans notre appareil (*fig.* 2), le quotient $\frac{50.000}{L}$ est égal à 4,6; par conséquent, chaque millimètre parcouru par le curseur fait varier la résistance de 4,6 ohms; pratiquement donc, la valeur de la résistance à mesurer s'obtient en multipliant la longueur $l$ par 4,6.



Fig. 2.

Comme on le voit sur la figure 2, tous les instruments nécessaires aux mesures sont fixés sur la même planche ; les deux bornes de gauche servent à fixer les fils de la prise de courant à 110 volts; les deux bornes de droite sont destinées aux fils allant aux électrodes.

Le fil de ferro-nickel est tendu sur une plaque de marbre de la façon suivante : deux segments de fil de 1 mètre de longueur sont tendus entre des bornes fixes, et ces segments sont reliés entre eux à l'extrémité droite ; le reste du fil, qui est inutile pour les mesures, est enroulé sur un cylindre de fibre.

Sur chacun des segments peut se déplacer un curseur qui est fixé sur une lame de laiton graduée en millimètres : ces deux lames peuvent être reliées au circuit dérivé à l'aide d'un commutateur bavarois placé à droite de la plaque de marbre.

Pour procéder à une mesure, on commence par donner au courant principal l'intensité d'un ampère, en agissant sur un rhéostat placé en dehors de l'appareil.

Puis, les électrodes étant en place, on met la fiche du commuta-

teur dans le trou inférieur, de façon à relier la lame de laiton du premier curseur à l'une des électrodes. On agit alors sur ce curseur jusqu'à ce que le milliampèremètre indique l'intensité, *un milliampère*. On lit le nombre de millimètres correspondant au curseur à ce moment-là. Il n'y a plus qu'à multiplier ce nombre par 4,6 ; si le curseur est en face de la division 872, la résistance cherchée est $872 \times 4{,}6 = 4{,}011$ ohms.

Il peut arriver que l'intensité du courant dérivé n'atteigne pas 1 mA., quoique le premier curseur soit poussé jusqu'à sa position extrême à droite ; on enlève alors la fiche du commutateur pour la mettre dans le trou supérieur. On fait ainsi communiquer la seconde lame de laiton avec les électrodes. Il ne reste plus qu'à agir sur le second curseur, que l'on pousse de droite à gauche jusqu'à ce que l'intensité du courant dérivé soit égale à 1 mA. Le nombre relevé en face du second curseur doit être augmenté de 1,000 pour donner la longueur $l$ du fil. Supposons que le deuxième curseur soit en face de la division 254 quand l'intensité est de 1 mA. ; la résistance cherchée est égale à $(255 + 1{,}000) \times 4{,}6 = 5{,}768$ ohms.

Comme on le voit, la technique est très simple et la sensibilité de l'appareil très suffisamment grande, puisqu'un déplacement du curseur de 1 millimètre correspond à une variation de résistance de 4,6 ohms.

Il convient de faire remarquer que les actions vasomotrices produites par le courant sous les électrodes acquièrent ici une valeur presque nulle à cause de la très petite intensité, 1 mA., qui passe dans le corps du sujet ; c'est là un grand avantage de cette méthode, imaginée, comme nous l'avons dit, par M. Bergonié, car ces actions vasomotrices, quand elles sont un peu intenses, constituent une cause de perturbations très notables dans la mesure des résistances des tissus vivants.

Enfin, la rapidité des mesures rend cet appareil très précieux pour les recherches cliniques ; en outre, sa sensibilité permet de s'en servir pour les mesures de résistances autres que celles des tissus vivants ; les résultats qu'il fournit sont les mêmes que ceux obtenus à l'aide des méthodes classiques (résistance d'une bobine, d'une lampe à incandescence, etc.).

Nous indiquerons ultérieurement des résultats très intéressants concernant des malades atteints d'affections diverses.

---

M. le Dr MORIN
de Nantes

## PRÉSENTATION DE DEUX RÉDUCTEURS DE POTENTIEL LIQUIDES

[615.841.7]

— *Séance du 6 août* —

Voici les raisons qui m'ont amené à la construction de réducteurs liquides : 1° la résistance n'y étant pas divisée par parties plus ou moins grandes, la variation du courant doit s'y produire d'une façon absolument progressive; la courbe représentative de cette variation serait une ligne continue, ne présentant pas d'échelons comme il arriverait, par exemple, avec les collecteurs; 2° l'appareil peut s'adapter instantanément aux différents potentiels des courants de secteurs; il suffit pour cela d'augmenter ou de diminuer la conductibilité du liquide. Enfin, la construction en est simple et tout médecin électricien peut y arriver lui-même. A côté de ces avantages, il faut noter un inconvénient qui m'a arrêté assez longtemps : je veux parler de la polarisation du liquide conducteur.

Le premier modèle réalisé est basé sur le principe du pont de Wheatstone. Soient en effet deux résistances égales branchées en dérivation, comme l'indique la figure 1 : un galvanomètre ayant ses points de contact en leur milieu n'éprouvera aucune déviation, les quatre branches du pont étant égales; mais le courant y passera et

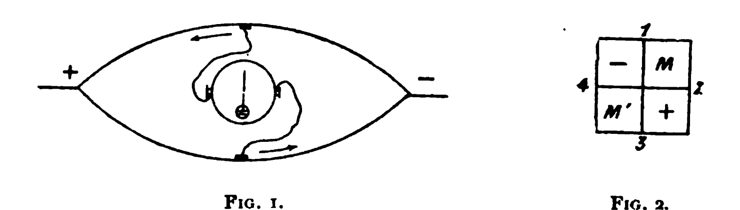



FIG. 1. FIG. 2.

augmentera graduellement, si l'on déplace ces points dans le sens indiqué par les flèches. Dans mon appareil, les branches du pont sont constituées par quatre colonnes liquides d'égale section, donc d'égale résistance si le liquide qui les compose est bien homogène. Il comprend quatre cellules, que la figure 2 représente vues d'en haut.

Deux des cellules contiennent les électrodes fixes, reliées au secteur de courant continu et désignées par leurs signes; les deux autres contiennent les électrodes mobiles, M M′, pôles du circuit d'utilisation, reliées au malade.

En voici le schéma figure 3. Pour le comprendre, supposer l'appareil fendu suivant une ligne dédoublant une des quatre cloisons représentées figure 2, puis développé, un peu à la manière d'un portefeuille, de manière à ce que les quatre cellules soient sur un même plan. (Il serait impossible de le représenter autrement; les cellules se superposeraient deux à deux, et plusieurs lignes seraient perpendiculaires au plan du dessin. Il est bien entendu que ce développement, purement fictif, serait impossible dans la pratique; qu'il n'est qu'une simple tentative d'explication.) Sur ce schéma, on trouve donc à gauche, en 1, une moitié de cette cloison supposée dédoublée, allant jusqu'au haut de l'appareil et commençant à une petite distance du fond; la seconde moitié 1′, figurée à droite, se superposerait à celle-ci en supposant l'appareil refermé comme il l'est sur la figure 2. La deuxième cloison, ainsi que la quatrième, est soudée au fond, mais n'atteint pas le haut; elle est dépassée par le niveau du liquide. La troisième, comme la première, va jusqu'au haut sans atteindre le bas. Sur la figure 2, les cloisons d'ordre pair ou d'ordre impair se continuent en ligne droite : 1, 3, représentées par une ligne forte, vont jusqu'au haut de l'instrument et s'arrêtent à une petite distance du fond; 2, 4, représentées par une ligne plus faible, sont dépassées par le liquide et sont soudées au fond.

Revenons à la figure 3, où les électrodes fixes sont également désignées par leurs signes, les *e*′. mobiles par les mêmes lettres, et suivons les lignes de flux dessinées en pointillé. Le courant parti de + se divise en deux parties, l'une passant sous la cloison 3, puis contournant en haut la cloison 4, pour aller rejoindre le pôle —; l'autre contournant en haut 2, puis passant sous 1, pour rejoindre également — (l'appareil refermé, les deux lignes interrompues ici se continueraient). Ces deux lignes de flux sont d'égale longueur et le milieu de chacune d'elles se trouve prà isément au haut des cellules occupées par les électrodes M et M′, à l'endroit même où sont placées ces électrodes, dessinées ici en haut de leur course. Les deux électrodes mobiles se trouvent donc bien au potentiel o. En descendant verticalement dans leurs cellules respectives, elles deviendront l'une positive, l'autre négative, la différence de potentiel montant entre elles aussi lentement qu'on peut le désirer.

Le malade, relié sans interposition d'aucune résistance aux élec-

trodes mobiles, n'est jamais soumis, du moins pour un faible courant, qu'à un potentiel minimum; en aucun cas, il n'est en contact avec un des pôles de la source, ce qui a son intérêt lorsque cette source est de 220 volts. Je ferai remarquer de plus que, les *e'* mobiles étant au haut de leur course, la résistance interposée entre elles est maxima et diminue à mesure de leur abaissement et en sens inverse de l'intensité. Ce détail est important, ou du moins il en résulte une grande sécurité, au point de vue par exemple de la galvano-faradisation.

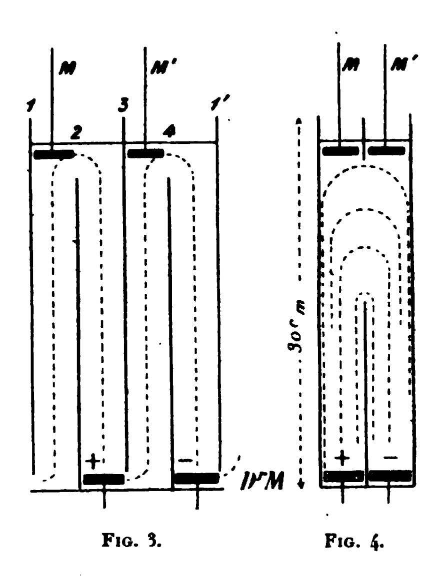



Fig. 3. Fig. 4.

Cet avantage n'existe plus dans un second modèle qui, par contre, en possède un autre, celui de pouvoir fournir, sous un volume moitié moindre, une double intensité de courant. L'appareil ne comprend plus que deux cellules, dont chacune contient alors deux électrodes, une fixe et une mobile, ayant respectivement la même destination que dans le premier. C'est un simple réducteur de potentiel. Les pôles du courant sont placés aux deux extrémités d'une colonne liquide repliée ainsi que l'indique la figure 4, le courant devant contourner une cloison médiane ne s'élevant à peu près que jusqu'au milieu de la hauteur. J'ai été amené, en effet, à recouper peu à peu la cloison, de manière à laisser au-dessus de l'éperon une assez grande épaisseur de liquide; les lignes de flux s'étalent, quoique avec une densité moindre, dans toute la partie supérieure, et les *e'*. mobiles conservent toujours entre elles une petite différence de potentiel qui s'est ainsi trouvée abaissée à environ 0,05 de volt.

valeur encore réduite par l'addition d'un bout de cloison coupant les lignes de flux supérieures.

Ce qui, avec cet appareil, m'a donné d'abord quelques surprises pendant des applications galvano-faradiques, c'est la variation de résistance entre les $e'$. mobiles. En supposant sur la figure M et M' à différentes hauteurs, on peut voir cette résistance devenir rapidement très faible, si les électrodes viennent à se trouver à la même hauteur au-dessus de la cloison. Il suffit de connaître cet inconvénient, pour l'éviter et même pour en tirer parti, en variant en sens inverse chacun des courants superposés. D'ailleurs j'avais eu surtout pour but d'établir un appareil transportable.

Mesurant 30 centimètres de hauteur et 4 d'épaisseur, le mien peut aisément déjà passer pour transportable, mais on peut en réduire encore le volume et réaliser ainsi un véritable appareil de poche. Voici sur quoi est basée cette possibilité :

Je ferai remarquer d'abord que, étant donnée une composition identique de liquide, la résistance de mes deux appareils est sensiblement la même. Le second a une section moitié moindre, mais la hauteur de la colonne liquide est aussi environ moitié moindre. Chaque cellule a la forme d'un carré de 35 millimètres de côté, soit 12 centimètres carrés. Par cette section, il passe le courant utilisé, plus le courant circulant toujours dans le réducteur. Or, le courant utilisé atteignant 250 milliampères, le courant total atteint un peu moins de 0,7 ampères, ce qui nous donne une densité de 50 milliampères par centimètre carré, valeur maxima au-delà de laquelle la polarisation rend toute application impossible. Ces chiffres n'ont rien d'absolu et varient notamment avec la composition du liquide; peut-être avec certains liquides la densité pourrait-elle devenir beaucoup plus élevée. Je les prends néanmoins comme base pour calculer des dimensions moindres de réducteurs; mon second appareil donnant une intensité utile plus élevée (je suis monté jusqu'à 500), les résultats n'auront rien d'exagéré.

Supposons qu'on veuille se contenter d'un instrument donnant couramment 50 milliampères, avec un maximum de 80. Cet instrument étant construit d'après les mêmes proportions, ses dimensions devraient être divisées par 3; sa hauteur serait de 10 centimètres, la section de la colonne liquide 4 centimètres carrés ou 2 centimètres de côté. Mais, ainsi compris, il serait peu maniable et il y aurait tout intérêt à en augmenter un peu le volume : en divisant par exemple par 2 les dimensions primitives, la hauteur deviendrait 15 centimètres, la section 6 centimètres carrés, soit 25 millimètres

de côté, la largeur environ 6 centimètres. L'instrument, qui ne saurait encore passer pour encombrant, atteindrait facilement 125 milliampères. (Raisons qui me font préférer le réducteur à un rhéostat : *f. é. m.* variable à circuit ouvert; excitation sous un potentiel minimum; utilisation des décharges de condensateur, en faisant varier d'une façon continue le potentiel de charge.)

Le liquide employé est actuellement de l'eau distillée ou non, très faiblement additionnée d'acide sulfurique, la dose d'acide étant dans mon installation très facilement réglée d'après l'aspect d'une lampe en tension. Ce liquide tend constamment à s'appauvrir, et il faut rajouter de temps à autre quelques gouttes d'eau acidulée. Les électrodes fixes sont constituées par du plomb ordinaire en feuilles ou en fil, et doivent avoir le plus possible de surface utile; elles sont reliées au secteur soit à travers le fond, soit par l'intérieur même de l'appareil, par un fil de plomb isolé sur le reste de son parcours. Ces électrodes sont rapidement formées, supprimant ainsi la majeure partie des dégagements gazeux, qui ne se produisent plus qu'au niveau des électrodes mobiles.

Ces dernières ont un peu plus varié ; j'emploie maintenant à peu près indifféremment des électrodes en plomb non formable, provenant de queues d'accumulateurs, ou d'autres découpées dans une lame de charbon de cornue et soudées au plomb à la tige centrale (cette tige est formée d'un fil de cuivre suffisamment long, qu'il est doublement indispensable d'isoler sur le reste de son parcours, n'en laissant dépasser en haut que la longueur nécessaire au contact. Rien de plus simple : on l'engaîne d'un mince tube de verre dans lequel on coule de la paraffine); les premières ont l'inconvénient, par leur sulfatation, de changer plus rapidement la résistance et, en réalité, elles se forment à la longue; mais elles sont plus faciles à construire. J'ai fait aussi des électrodes en *Al.*, (fil de 1 millimètre enroulé comme un ressort à boudin, celui-ci étant ensuite serré en hélice), espérant qu'elles ne seraient pas attaquées par les ions acides. Il m'a fallu y renoncer, à cause de leur attaque, très lente il est vrai, mais qui avait l'inconvénient de remplir d'alumine le fond du récipient. Il ne se crée pas ainsi de soupape Nodon et ces électrodes sont certainement les plus pratiques pour un appareil transportable dont le liquide est rejeté après chaque séance, ce liquide étant alors simplement de l'eau ordinaire plus ou moins salée, qui m'a donné de bons résultats.

Voici enfin quelques électrodes à ne pas employer : 1° les *e'* mobiles en plomb formable qui se sulfatent à l'excès sur les parties moins

actives et donnent un accumulateur fonctionnant en sens inverse après l'ouverture du courant; 2° les quatre électrodes en *Cu*, dans la solution de sulfate : on obtient, du moins sur 220 v., une polarisation extrêmement rapide.

Pour terminer, quelques détails sur la fabrication de l'instrument. J'ai employé la gutta-percha laminée en feuille de 2 millimètres. Après l'avoir découpée de façon convenable, replier cette feuille de manière à l'amener à la forme voulue, puis la souder partout où il est nécessaire; il faut même apporter toute son attention à ces soudures, afin d'avoir un appareil bien étanche et surtout pour ne pas risquer en certains points de faire un Wehnelt. Pour le pliage en vue duquel on s'est procuré une règle carrée que j'ai prise de 35 millimètres de côté, on peut procéder de deux façons : 1° en trempant la feuille entière dans de l'eau amenée à une température voisine de 60°; 2° en ne chauffant que la partie qu'il est utile de plier, ce qui est à la fois plus élégant et plus propre. Dans ce but, il suffit de coller sur un carton épais une bande de papier d'étain de 5 millimètres de large et d'y faire passer le courant de deux accumulateurs; la gutta, étant pressée entre cette bande et un des bords de la règle, ne tarde pas à acquérir la souplesse nécessaire. Les soudures se font ensuite au fer à souder ordinaire, en utilisant les recoupes; il faut encore une fois y apporter beaucoup de soin et, du reste, avoir toujours présente à l'esprit l'inflammabilité de la gutta. En dernier lieu elles sont renforcées, en dedans surtout, en y coulant des couches successives de solution dans le chloroforme.

---

## M. le Dr Stéphane LEDUC

Professeur à l'École de Médecine de Nantes

---

### CICATRISATION D'UN CANCROIDE DE L'AILE DU NEZ DATANT DE CINQ ANNÉES APRÈS UNE SEULE SÉANCE D'INTRODUCTION ÉLECTROLYTIQUE DE L'ION ZINC

[537.33:616.0046]

---

*— Séance du 6 août —*

Obs. — Le 12 mai dernier, un malade se présente à nous avec un cancroïde de l'aile gauche du nez, intéressant toute l'épaisseur, s'étendant du bord inférieur vers la racine du nez, sur une longueur de 16 millimètres et une largeur de 6 à 8 millimètres. Il existe une ulcération s'étendant sur

les faces externes et internes de l'aile du nez, recouverte, par place, de croûtes noirâtres. Cette ulcération, malgré des traitements incessants, pansements divers, grattages, cautérisations, progresse régulièrement depuis cinq ans.

Nous appliquons, sur toute la surface de l'ulcère, un tampon de coton hydrophile imprégné d'une solution de chlorure de zinc à 1 o/o, ce tampon pénètre dans l'intérieur des fosses nasales et est fixé au moyen d'une pince dont une branche pénètre dans la fosse nasale, et dont l'autre branche serre le tampon sur la face externe. Cette pince est mise en rapport avec le pôle positif d'une pile dont le pôle négatif est unie à une grande électrode indifférente appliquée en un point quelconque du corps. Nous faisons passer, pendant douze minutes, un courant de huit milliampères, qui ne cause aucune douleur, nous faisons appliquer simplement ensuite de la vaseline boriquée. Les croûtes se détachent immédiatement après la séance, mettant à nu une plaie légèrement saignante. Dix jours après, la cicatrisation est complète et de très bonne nature. L'effet produit par ce traitement nous a paru extrêmement remarquable.

Nous avons revu le malade le 28 juillet, la cicatrice reste parfaite; il existe seulement une petite récidive de deux millimètres environ de diamètre à l'extrémité antérieure du bord de l'aile du nez, récidive à laquelle nous appliquons un traitement identique.

Ce résultat est à rapprocher de ceux obtenus en Amérique par M. Betton-Massey au moyen de l'électrolyse avec des anodes formées d'aiguilles de zinc enfoncées dans les tissus.

---

## M. le Dr Stéphane LEDUC

Professeur à l'École de Médecine de Nantes

### INFLUENCE DE L'ION ZINC SUR LA POUSSE DES POILS

[537.33:616.594]

*— Séance du 8 août —*

Sur chaque flanc d'un lapin nous avons tondu ras une large surface d'environ 10 centimètres sur 6 centimètres, nous appliquons de chaque côté une petite électrode de 10 centimètres carrés, formée d'une épaisse couche de coton hydrophile imprégnée d'une solution de chlorure de zinc au centième, recouvert d'une petite plaque métallique; ces électrodes sont bien appliquées et serrées avec une ceinture élastique.

Le 10 juillet, nous faisons passer pendant quarante minutes, un courant de dix milliampères de l'une à l'autre électrode. Du côté de la cathode, le courant ne laisse aucune trace; sous l'anode on voit de petits cercles anémiés montrant la pénétration de l'ion zinc dans la peau. Les jours suivants les petits cercles anémiés se dessèchent, et après huit à dix jours se desquament. A partir du 20 juillet les poils, sur l'emplacement de l'électrode, croissent manifestement plus vite que sur les autres parties de la surface tondue, le 3 août, ils avaient 5 à 6 millimètres de longueur et le 7 août 8 à 10 millimètres, alors que sur toutes les autres parties de la surface rasée et du côté de la cathode la pousse est insensible. La surface où l'on a introduit l'ion zinc est nettement marquée par une épaisse touffe de poils gris se détachant fortement sur une surface glabre.

---

## M. le Dr FOVEAU DE COURMELLES

à Paris

### NOUVEAUX RÉSULTATS PHOTOTHÉRAPIQUES [615.831]

*— Séance du 8 août —*

J'ai continué pendant l'année 1902-1903 mes recherches physiques et thérapeutiques sur la lumière que, pour la seconde fois, l'Association a bien voulu subventionner. Voici mes résultats nouveaux. Mais, avant de parler de ceux qui sont propres à mon radiateur chimique de 1900, je tiens à signaler les cures ou tout au moins le soulagement notable et la survie qu'obtiennent certains malades inopérables, par l'emploi des rayons X.

L'Académie de Médecine de Paris, en mai, juin et juillet, a retenti de brillantes communications sur la cure du cancer, du cancer externe comme du cancer profond.

Je dirai que cela n'est pas nouveau, que mon *Traité de Radiographie*, paru en mai 1897 et préfacé par M. d'Arsonval, parlait déjà d'essais encourageants. Le Dr M. Bilhaut en l'*Actualité Médicale*, du 15 juillet dernier, le rappelait aussi et disait :

« Aux faits déjà connus, il peut ajouter celui d'une malade que je lui ai confiée, et qui, atteinte d'un néoplasme de la paroi postérieure

de la vessie et du corps de l'utérus, a vu disparaître, en quelques séances, hématuries et métrorrhagies, tandis que s'atténuaient les douleurs qui font cortège à un mal de cette importance et de cette nature... »

J'ajouterai que cette malade qui ne pouvait pas garder d'urine, qui n'arrivait pas à en retenir 50 grammes, est arrivée à en garder jusqu'à 150 grammes, que ses parois vésicales épaissies et indurées sont aujourd'hui très réduites et souples.

Sans vouloir remplacer la chirurgie, l'électricité et la photothérapie peuvent la compléter, et surtout, quand les malades sont inopérables, arriver à les soulager. Les chirurgiens proclamant qu'ils n'ont pas vu de guérison — parce qu'ils n'ont pas tenté d'en voir — sont imprudents scientifiquement et même médicalement, car ils préparent ainsi, par réaction naturelle à l'esprit humain, les malades à se réfugier chez les empiriques prometteurs.

Le cas que m'a confié le Dr Bilhaut n'est pas unique pour moi en ce moment. J'ai un autre cancer, cancer du sein diagnostiqué et déclaré inopérable par le professeur Tillaux. L'aisselle est prise et le bras très douloureux était immobilisé par cette douleur même. Dès la cinquième séance de 15 minutes, à 5 ampères, d'un tube de Crookes dur, la patiente bougeait facilement son bras et la douleur avait complètement disparu. La tumeur, à la quinzième séance, était moins dure et certainement diminuée. Je ne veux pas proclamer ces résultats comme définitifs, mais ils corroborent des résultats déjà anciens pour moi, où la tumeur a paru s'enkyster, arrêter son évolution et laisser une existence supportable aux patients. D'ailleurs, le chirurgien allemand Perthes, au dernier (32e) Congrès de la Société allemande de chirurgie (3-6 juin 1903), disait avoir relevé trente-cinq auteurs ayant publié des cas de cures de cancer, et certains de ces auteurs, américains pour la plupart, ont de trente, quarante, cinquante cas traités. Il en est qui préconisent les rayons X, même après l'opération et pour empêcher les récidives. Cela est, on l'avouera, déjà un joli ensemble, un faisceau important de résultats, qui doivent faire réfléchir même les plus sceptiques chirurgiens.

A ce propos, je rappellerai le cas de névralgie faciale que je me suis borné à citer l'an dernier, et je n'y reviens que devant l'actualité donnée aux rayons X thérapeutiques. On y verra l'action analgésique puissante de la lumière — point sur lequel j'ai insisté à maintes reprises — et cette action s'applique à toutes les lumières, variant bien entendu avec la nature et l'intensité. Il s'agit donc d'une malade

opérée deux fois, inutilement ou à peu près, en 1882 et 1884, et qui eut alors les honneurs de l'Académie de Médecine (M. Marc Sée).

Cette malade eut moins d'amélioration après la seconde opération qu'après la première, mais elle se borna, non plus à recourir à la chirurgie, mais à tous les calmants possibles, avec des succès tout à fait relatifs. C'est le jeudi 9 novembre 1899 qu'elle vient me consulter. La découverte des rayons X lui a fait supposer qu'elle en pourrait, au moins au point de vue du diagnostic, tirer quelque bénéfice. Son dentiste, M. Boisgontier, de Versailles, consulté, ne trouvant du reste rien qui ressortisse à son domaine, la confirme dans son opinion. Je procède à cet examen dans les conditions suivantes : je place une ampoule spéciale à cathode externe et anode reliée au sol, dans la bouche de la patiente; — c'est là la *méthode endodiascopique,* absolument sans danger et sans risque d'étincelles pour l'opéré. — On évite ainsi, en le cas actuel du maxillaire à radiographier, la superposition des maxillaires et, d'autre part, la distance des rayons X à l'objet qui doit laisser son impression sur la plaque sensible est minimum. Une pellicule photographique enveloppée de papier noir fut placée sur la joue malade. La durée de pose fut de 5 minutes. Je fus mécontent de cette épreuve et fit revenir la patiente le mardi 14 novembre, nouvelle pose de 6 minutes; je ne voyais rien dans le système osseux d'anormal, à part les dents manquantes bien entendu, mais pas déminéralisation. Je recommençai pour acquit de conscience le 16 novembre, 7 minutes, sans autre résultat qu'une épreuve plus nette, mais ne me renseignant pas mieux sur le diagnostic. Quelques jours après, la malade m'écrivait ne plus souffrir du tout, « être dans le paradis, relativement à ses douleurs passées », et cet état s'est absolument maintenu depuis lors, sauf l'hiver dernier; mais il y eut donc pendant plus de trois ans un résultat absolu, total.

L'hiver et l'année actuels étant particulièrement humides et changeants, cette récidive, d'ailleurs anodine, comparée au passé, n'a rien d'étonnant, d'autant plus que la malade, à part les cachets que je lui ai prescrits, d'iodure et de bromure de potassium et de camphre, n'a fait nul autre traitement.

Ce cas n'est pas isolé dans mes observations, mais je dois reconnaître qu'il fut le plus net et le plus rapide. J'ajouterai que, dans d'autres cas de névralgies diverses, faciales, intercostales, sciatiques, j'ai toujours approché très près le tube de Crookes de la région à traiter et cela sans avoir jamais d'accident, grâce à une

plaque d'aluminium, non simplement tenue par le patient sur le parquet ciré et isolant du laboratoire de l'électrothérapeute, mais en même temps reliée au vrai sol, à l'extérieur, à un tuyau de gaz, une gouttière...

La lumière ultra-violette, les effluves de haute fréquence, sont, comme les rayons X, de puissants anesthésiques de la douleur, d'énergiques sédatifs du système nerveux. Ainsi, avec le radiateur chimique Foveau, qui fut le premier appareil simplifiant la technique et la méthode de Finsen (présentation de M. Lippmann, à l'Institut de France, le 24 décembre 1900), j'ai vu, chez une petite lupique de sept ans, atteinte de coqueluche, à quintes fréquentes, j'ai vu, dis-je, ses quintes céder pendant la séance de rayons ultra-violets et la cessation persister deux et trois heures après. L'action antispasmodique est donc, là, très nette. D'autre part, un cas de névralgie faciale du trijumeau gauche, supra et infra-orbital, chez un homme de 60 ans, opéré, comme ma malade, deux fois sans succès, a été rapidement guéri en un Institut photothérapique de Berlin (observation du Dr Curchod, de Bâle). Dans un cas de névralgie faciale que je traitai par la lumière colorée bleue, je vis la douleur devenir paroxystique et, appliquant immédiatement mon radiateur chimique, je vis immédiatement la douleur s'amoindrir, puis disparaître au bout de quelques minutes; cette malade, qui avait fait l'année précédente une vingtaine de séances de rayons X et qui ne cessait jamais de souffrir de sa névralgie, avait aussi été très améliorée plusieurs mois; elle aussi, à la suite de l'hiver de 1902-1903, avait été reprise; les rayons ultra-violets lui rendirent rapidement (17 séances) le calme et le repos.

A part la nature des cicatrices, différant selon que l'on emploie les rayons X ou les rayons ultra-violets, épaisses, blanchâtres, apparentes pour les premiers, invisibles pour les seconds, les phénomènes curatifs sont les mêmes. Mon radiateur chimique donnant les mêmes résultats que l'appareil de Finsen, j'ai continué cette année les cures de lupus communiquées l'an dernier, avec photogravures à l'appui, à l'Association. J'y ajouterai quelques épithéliomas dont voici un exemple :

M. B..., 55 ans, sans intécédents, parents morts âgés; lui est un homme solide, sanguin, large d'épaules. Rien dans les organes. Présente sur la joue gauche, près de l'oreille, une tumeur large de trois centimètres sur deux centimètres de longueur et environ un centimètre d'épaisseur extérieure et qui commence à suppurer au centre.

Les applications de lumière de l'arc voltaïque refroidi du radia-

teur Foveau, modèle Noé, durent une demi-heure, avec 8 ampères et sont renouvelées tous les deux jours. En 35 séances la tumeur a entièrement disparu. Je fais les dernières séances avec un compresseur plus large pour agir même sur le pourtour d'accès absolument sain et ainsi être bien assuré d'avoir détruit tout le tissu morbide.

Je ne suis pas seul à obtenir des résultats avec mon radiateur et, en septembre 1902, le Dr Michaut (de Dijon) confirmait par son expérience personnelle et pour le lupus, au *deuxième Congrès d'Électrologie et de Radiologie Médicales*, les résultats que j'y communiquai et qui l'avaient été préalablement à l'Association. Voici maintenant des faits que m'écrivait en juin et en juillet dernier le Dr Dobrjanski, directeur de l'Institut photothérapique de Saint-Pétersbourg : « Je me sers de votre radiateur depuis sept mois et je me dépêche de vous informer que j'ai obtenu les résultats radiothérapeutiques éclatants. Entre autres, j'ai guéri un ulcus molle, en six séances d'une demi-heure chaque, mais le plus probant résultat est le suivant : le 20 avril (style russe), vient chez moi une dame veuve, 75 ans, habitant Saint-Pétersbourg, ayant une tumeur du larynx avec une respiration prolongée, la tête redressée en arrière ne pouvant ni avaler, ni manger, température 39°, circonférence du cou 54 centimètres. Tout de suite je m'aperçus que c'était un cas d'angine Ludovici avec un abcès quelconque. La malade avait déjà été chez quatre médecins, dont un qui voulait immédiatement lui faire subir une opération, sans vouloir répondre du résultat. Voilà pourquoi elle a refusé de se laisser opérer.

« Je dois vous avouer que moi-même je n'avais aucun espoir de réussir avec la photothérapie, et je n'y eus recours que grâce à l'insistance de la malade même, laquelle me dit vouloir encore essayer, avant de mourir, le dernier remède, c'est-à-dire la photothérapie. La première séance avec votre radiateur a déjà donné un résultat ; le lendemain matin la malade venait et disait se trouver un peu mieux, elle a dormi quelques heures et pris un verre de lait malgré la douleur qui existe encore, mais pas si forte. Température, le matin, 38°7, circonférence du cou, 52 centimètres. La malade a l'espérance d'être guérie par la photothérapie et insiste pour prendre une séance deux fois par jour, ensemble une heure. Le 27 avril, température 36°7, circonférence du cou 36 centimètres; elle se trouve tout à fait guérie, malgré une petite induration sous le larynx, de la grosseur d'une noix et avec lequel elle est partie à la campagne.

« Je dois encore ici ajouter que, à part la photothérapie, aucun traitement n'a été suivi, aucune compresse n'a été appliquée. L'abcès

n'a pas percé, mais est disparu grâce au traîtement de la lumière par laquelle les microbes ont été tués.

« Je crois pouvoir admettre que la tumeur, c'est-à-dire l'angine Ludovici s'est développée tout de suite après le typhus.

« En conséquence, cet exemple de malade est un grand triomphe pour la photothérapie et nous donne la preuve que la lumière agit assez profondément; mais ce sont justement les rayons ultra-violets qui seulement ont agi, bactériologiquement, mais aussi antiphlogistiquement... »

La lumière pénètre en effet profondément et je le démontre en mon mémoire à la Section des Sciences Médicales, avec photogravures du même Dr Dobrjanski qui, à propos d'une des photographies qu'il m'a adressées, écrit encore : « Ma photographie de vagin donne la preuve que la lumière passe profondément dans le corps et qu'on peut s'en servir pour le traitement de toutes les maladies des femmes et de tumeur utérine. En effet, je me suis servi de votre radiateur pour le traitement de la métrite aiguë et une seule séance de 50 minutes a suffi pour que la maladie et de grandes douleurs au bas de l'abdomen aient tout à fait disparu; l'utérus était succulent, augmenté de la grandeur d'une poire; dans le vagin j'ai senti la pulsation et la chaleur. Le lendemain la malade m'annonçait qu'elle se trouvait très bien, seulement pendant la nuit tout son lit avait été mouillé par « l'eau » qui avait coulé du vagin — liquide séreux.

Enfin, j'ai acquis la certitude que la lumière passe profondément dans le corps et que le sang n'empêche pas cet action... »

La douleur est donc calmée par toutes les variations de lumière: dès 1890, je montrai le bleu déprimant, calmant, et le rouge, tonique et excitant. Il n'y a cependant là rien d'absolu, puisque nous avons vu, plus haut, le bleu amener au paroxysme une douleur de névralgie faciale, cette hypérexcitabilité produite par le bleu s'est produite, d'ailleurs, plusieurs fois, et elle confirme ces faits que m'écrivait le Dr A.-V. Minine, chirurgien en chef de l'hôpital Nicolas, de Saint-Pétersbourg, conseiller d'État, et qui a fait une étude approfondie de la lumière bleue :

« Il faut se munir d'une lampe électrique ayant l'intensité de 50 bougies Edison de New-York, à verre bleu. Tenir le verre à distance de manière que le foyer de lumière tombe sur l'endroit qui doit être opéré, 10 ou 12 minutes avant l'opération et durant l'opération entière.

« Il est à observer les symptômes divers qui se produisent en employant comme remède anesthésique la lumière électrique bleue :

« *a*) En l'appliquant partiellement à des parties anatomiques d'hommes âgés, elle peut produire une congestion de sang sur les tissus cérébraux;

« *b*) Pour les femmes sujettes aux hystéries, elle peut donner lieu à une attaque de nerfs, même le lendemain de la séance;

« *c*) Parfois, elle produit une transpiration avec sueur sur le corps tout entier;

« *d*) Pour illuminer les ulcères provenant d'un cancer, elle produit au malade une grande faiblesse qui dure parfois deux heures. Cette faiblesse peut aussi se prolonger pendant 14-15 jours, selon la quantité de séances que vous emploierez pour l'éclairation du goître... »

Cette même lumière bleue, que mon élève le Dr Hellion, sur les conseils de M. Richard-Chauvin et les miens, a appliquée à l'art dentaire, lui a donné, dans les *fluxions* de ce domaine, les meilleurs résultats. (Thèse de la Faculté de Médecine de Paris, du 15 juillet 1903), faisant résoudre rapidement des exsudats, des abcès...

Nous avons également essayé, le Dr Hellion et moi, avec mon radiateur chimique, deux cas d'avulsion dentaire; l'un a été concluant pour l'anesthésie et l'autre nul. Il y a donc lieu de poursuivre ces recherches.

Ces résultats, en divers sens, de la photothérapie, sont encourageants; il en est de mathématiques comme les cures de lupus, d'épithéliomas, et de diverses manifestations cutanées. Pour les résultats profonds, ils peuvent paraître, pour quelques-uns, empiriques, mais ils n'en sont pas moins réels et obtenus, comme le sont au début, par tâtonnements, tous les faits thérapeutiques. On ne peut donc plus scientifiquement les rejeter, ni les nier, et il faut au contraire les multiplier, les coordonner et les classer.

---

## M. le Dr Th. GUILLOZ

Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Nancy

### DE L'ÉCLAIRAGE EN PHOTOGRAPHIE ENDOSCOPIQUE

[616.0721]

*— Séance du 8 août —*

Une des difficultés que l'on rencontre dans l'éclairage des cavités naturelles, lorsqu'il s'agit de les observer ou de les photographier,

consiste à faire coïncider le champ d'éclairage et le champ d'observation. On sait que, dans l'observation directe des cavités précédées d'une ouverture ou d'un canal étroit, on emploie un miroir percé d'un trou par lequel regarde l'observateur. Les rayons d'une source lumineuse latérale, convenablement placée, sont renvoyés dans l'intérieur de la cavité, comme s'ils émanaient du trou du miroir ou de la pupille de l'observateur, ce qui fait que le champ d'éclairage recouvre le champ d'observation.

L'emploi du miroir, quand il est étamé et percé d'un trou, présente des inconvénients dans l'éclairage utilisé en photographie endoscopique, car la surface utilisée de l'objectif est restreinte par les dimensions du trou. De plus, les bords du trou du miroir envoient de la lumière diffusée dans l'objectit.

L'emploi comme surface réfléchissante de lames de verre superposées et inclinées, disposées devant l'objectif, ne donne pas pratiquement de bons résultats par suite de la diffusion de la lumière sur les surfaces de séparation. Cette lumière diffusée voile l'image photographique, d'autant plus qu'elle est très actinique comparativement à celle plus ou moins rougeâtre qui est renvoyée de la cavité photographiée.

Pour ces motifs auxquels on pourrait en ajouter d'autres, telle que la diminution d'actinisme produite par la réflexion, il semble préférable d'utiliser une lumière directe placée latéralement à côté de l'objectif que l'on protège des rayons directement émis. Il n'y a, dans ces conditions, superposition satisfaisante du champ d'éclairage et du champ d'observation que si l'ouverture de la cavité est relativement large, ce qui restreint beaucoup l'emploi de la méthode et semble la limiter pratiquement à la photographie de la bouche et du col utérin.

Les deux procédés d'éclairage que je vais indiquer permettent d'aborder pratiquement le problème de la *photographie endoscopique instantanée à lumière externe* des cavités mêmes étroites ou précédées d'un canal étroit. La plus grande difficulté à résoudre est peut-être, ainsi qu'ont pu s'en convaincre ceux qui se sont occupés de photographie endoscopique, l'éclairage complet et uniforme du champ. On n'a plus dans ces deux méthodes à se préoccuper des conditions d'éclairage, qui sont toujours réalisées automatiquement, ce qui simplifie et abrège les manipulations.

PREMIER PROCÉDÉ

*Lumière devant l'objectif.* — Si la source lumineuse est de petit volume, elle peut être placée immédiatement devant l'objectif, à condition que celui-ci soit protégé des rayons directement émis par la source par un écran convenablement noirci extérieurement et ne permettant l'envoi de la lumière que dans la direction de la cavité. Si cet écran est suffisamment rapproché de l'objectif pour que son image diffuse et noire recouvre toute la surface utilisée de la plaque, l'appareil d'éclairage ne manifestera pas sa présence sur l'épreuve. Cette condition est en particulier toujours remplie quand on utilise comme objectif un ménisque convergent et que l'appareil d'éclairage est situé en avant près du plan principal antérieur, là où se placent les diaphragmes. Si la source d'éclairage est placée au milieu de l'objectif, le champ sera toujours uniformément éclairé et l'objectif travaillera, sauf dans la région située immédiatement derrière la source, pour donner l'image du fond de la cavité.

L'emploi du filament de la lampe Nernst, qui condense la lumière sous un très petit volume, donne la réalisation facile du procédé. Je détache le filament et je le place dans un petit tube creux de fer ou de nickel de quelques millimètres de diamètre percé d'une fente rectiligne pour la sortie des rayons lumineux. Les extrémités du filament sont reliées aux prises de courant isolées du tube protecteur par un petit scellement au plâtre ou à la magnésie. C'est ce petit tube enfumé qui prend place devant l'objectif. Après établissement du voltage convenable, le filament est porté à l'incandescence en dirigeant sur lui, par l'ouverture ménagée dans le tube, le fin dard d'un chalumeau.

Ce procédé permet la photographie instantanée : on établit l'éclairement sous le voltage ordinaire pour la mise au point; puis, par survoltage brusque, on fait éclater le filament au moment de la prise de la photographie.

DEUXIÈME PROCÉDÉ

*Lumière entourant l'objectif.* — Lorsque la cavité n'est pas précédée d'un canal étroit on peut employer très avantageusement cette disposition pour la photographie instantanée.

En avant de l'objectif, on monte un tube cylindrique noirci extérieurement ayant le diamètre de la surface utilisée de l'objectif et ayant même axe que lui. En arrière de ce tube est soudé un disque

de métal servant de réflecteur pour la lumière et de protecteur pour l'appareil. On entoure le tube métallique d'un petit anneau de coton poudre saupoudré de magnésium. En avant du tube, se place un petit disque de mica empêchant l'éclair magnésique de fuser devant l'ouverture de l'objectif. J'emploie, comme en 1893, lors de recherches sur la photographie rétinienne, une chambre photographique, modifiée de façon à pouvoir tirer dès que la mise au point est effectuée. Un miroir de verre étamé, incliné à 45° sur l'horizon, forme obturateur devant la plaque découverte et renvoie les rayons sur un verre dépoli horizontal, symétrique de la plaque par rapport au miroir, sur lequel on met au point.

L'éclairage pour la mise au point s'effectue au moyen d'une petite lampe placée au voisinage de l'objectif et de la cavité. Il suffit de faire coïncider l'image du centre du fond de la cavité avec le milieu de la plaque photographique pour avoir un éclairement uniforme lors de la prise de la photographie instantanée. Cet éclairement uniforme est inutile à rechercher avec la lumière accessoire servant à la mise au point. Lorsque celle-ci est effectuée, on enlève la source lumineuse qui a servi à mettre au point, on relève le miroir et on fait partir l'éclair magnésique.

Il est facile d'établir pour ces deux méthodes les conditions qui donnent le champ d'égale clarté et permettent le maximum d'utilisation de la lumière. Ces considérations feront l'objet d'un mémoire plus étendu.

---

**MM. les Drs LAQUERRIÈRE et DELHERM**

à Paris

## ESSAI DE SYNTHÈSE DES INDICATIONS DES DIVERSES MODALITÉS ÉLECTRIQUES CONTRE LA CONSTIPATION [615.84:617-341.008]

*— Séance du 8 août —*

Les procédés électriques les plus divers ont été préconisés contre le symptôme constipation : tous ont donné des succès mais tous aussi comptent une proportion d'insuccès si notable que, semblait-il, aucune méthode ne pouvait être considérée comme un traitement vraiment recommandable.

D'une expérience qui porte à l'heure actuelle sur plus de deux cents malades étudiés spécialement au point de vue intestinal, nous croyons pouvoir conclure que l'électricité est une des méthodes les plus efficaces pour lutter contre la constipation et la colite muco-membraneuse. Mais, si l'on veut obtenir des résultats constants ou au moins aussi constants qu'on peut les observer en clinique, il est indispensable de poser un premier principe : « c'est qu'il n'y a pas *une* mais des constipations » ; d'où découle le corollaire suivant : « un traitement uniforme ne saurait convenir dans tous les cas ».

## I. Constipation habituelle

*Forme légère.* — Elle comprend les malades qui ont de temps à autre des selles spontanées et s'exonèrent facilement les autres jours avec un laxatif ou un lavement. Elle se rencontre surtout chez les sédentaires, les neurasthéniques, les arthritiques, les obèses, etc.

La Franklinisation, qui calme le système nerveux, active la circulation et probablement aussi augmente les sécrétions, est très souvent suffisante dans cette forme, et son emploi est particulièrement brillant chez les neurasthéniques.

Le bain pourra être complété par l'application d'étincelles ou de souffle sur l'abdomen, l'étincelle étant plus particulièrement indiquée dans les formes atoniques, le souffle dans les formes spasmodiques où tout traumatisme peut être nuisible

Chez les arthritiques francs on retirera également des effets très satisfaisants des applications générales des hautes fréquences.

D'ailleurs, d'une façon générale, il y a lieu de traiter presque toujours l'état général d'un constipé. — Si on est en présence d'une forme de constipation légère le traitement général seul suffira; si, au contraire, on se trouve devant une forme grave, ce traitement général sera un adjuvant extrêmement utile au traitement local.

*Formes graves.* — Contrairement à l'opinion anciennement répandue qui faisait du mot constipation le synonime d'atonie de l'intestin, on admet aujourd'hui, depuis les travaux de Fleiner, que la contracture de l'intestin est la cause la plus fréquente de la constipation.

D'ailleurs, à l'heure actuelle, M. Mathieu admet que très fréquemment il y a association de spasme et de parésie, mais la présence du spasme même comme phénomène associé comporte au moins la même prudence thérapeutique que l'existence isolée du spasme.

*Constipation atonique.* — Se rencontre surtout chez les sujets âgés, qui présentent alors une paroi flasque et inerte. Le gros intestin, facilement perçu par la palpitation, offre l'aspect de grosse masse, le malade ne perçoit pas de douleurs, tout au plus éprouve-t-il une sensation de pesanteur. Les matières sont rendues sous forme de blocs volumineux.

Les procédés thérapeutiques les plus usités sont surtout les purgatifs musculaires, la rhubarbe, le nerprun, le séné. etc.

Le massage donne également de bons résultats; mais, si ces procédés ont épuisé leur action, à quelle forme d'électricité doit-on recourir ? C'est dans ces cas qu'à notre avis il faut employer les procédés les plus fréquemment préconisés jusqu'ici : la faradisation intense, la galvanisation avec renversements fréquents, les courants de Morton (Benedikt, Duchenne, Erb, Bordier, Weill, etc.), toutes ayant pour but de provoquer des contractions de la paroi et, par voie réflexe des mouvements des masses viscérales ou même par l'introduction d'une électrode rectale, de réveiller directement le péristaltisme de l'organe.

Tous ces procédés donnent dans cette forme des résultats satisfaisants; il est inutile d'insister sur leurs bons effets, qui sont généralement admis et, s'ils ne réussissent pas dans toutes les constipations, c'est qu'il y a à considérer une forme absolument opposée.

*Forme spasmodique.* — Se rencontre surtout chez les individus jeunes, névropathes, hyponcondriaques, neurasthéniques, etc. Leur ventre globuleux est souvent difficile à déprimer. L'examen révèle un gros intestin douloureux contracturé, dont le volume peut ne pas dépasser le diamètre du petit doigt et qui roule sur le plan résistant formé par la fosse iliaque.

Les matières sont fréquemment rubanées, aplaties, comme passées à la filière; elles peuvent n'avoir que le diamètre d'une plume d'oie souvent sectionnée en petites billes.

La thérapeutique médicamenteuse n'utilise dans cette forme que des moyens de douceur, huile de ricin à dose minime, belladone, etc., ou encore les moyens physiques, lavements d'huile, lavages à faible pression, etc. Nous avons pensé qu'il y avait lieu, en électrothérapie également, de substituer pour cette forme les procédés de douceur aux procédés de force, parce que tout choc était capable, et nous avons eu l'occasion de vérifier plusieurs fois la réalisation de cette opinion, d'augmenter le spasme. Nous avons utilisé dans ce but la galvano-faradisation, que Bræse et Erb avaient déjà préconisée du

reste, mais avec des détails de dispositif qui en faisaient dans leurs mains un *procédé de force* et que nous avons modifiée de façon à en faire un *procédé de douceur*. Nous utilisons de *hautes intensités galvaniques* de très *faibles intensités faradiques*, le courant de la *bobine à fil fin* en séances de 10 minutes, le circuit étant fermé par deux larges plaques couvrant l'une l'abdomen, l'autre les reins.

Dans un relevé fait en avril dernier et ne comprenant que des cas graves de constipations spasmodiques rebelles aux médications classiques, nous trouvons 41 malades qui nous donnent : 2 insuccès francs, 3 traités insuffisamment; 36 sujets ont obtenu au cours du traitement au minimum 25 selles spontanées par mois.

Sur ces derniers, 29 avaient été revus en des temps allant jusqu'à dix-huit mois après la cessation des séances; chez 26, les résultats étaient intégralement maintenus.

## II. Colite muco-membraneuse

Nous n'entrerons pas dans les descriptions cliniques ; disons seulement que les divers symptômes peuvent s'associer de façons différentes, dont chacune exige une thérapeutique particulière.

Nous employons la méthode de Doumer surtout dans les colites non douloureuses où la constipation prédomine.

Dans les formes douloureuses, avec crises entéralgiques, nous employons soit la galvano-faradisation avec le dispositif décrit plus haut; soit, surtout si les plexus sympatiques sont le siège d'algies, la galvanisation pure et simple à très hautes doses (100, 150, 200 mA. durant 15 à 45 minutes) avec 2 terres glaises d'Apostoli placées l'une sur l'abdomen, l'autre aux lombes.

Dans le relevé déjà cité, nous avons trouvé 29 cas portant sur des cas également rebelles aux traitements classiques : 5 nous ont donné des insuccès; 24 ont eu, au cours du traitement, 25 à 30 selles spontanées par mois, avec disparition des peaux et des glaires et disparition des crises de diarrhées quand il y en avait.

16 de ces malades ont été revus en des périodes s'étendant jusqu'à seize mois après la cessation du traitement, deux ont eu une rechute complète, trois une rechute partielle immédiatement guérie par quelques séances; les autres ont conservé intégralement les bénéfices acquis

## III. Constipations symptomatiques et constipations associées à d'autres affections

Il est quelquefois difficile de préciser, en voyant un malade, quel est parmi les divers troubles qu'il présente celui qui s'est manifesté le premier et qui a été la cause des autres; c'est pourquoi nous rangeons dans un même chapitre les constipations qui produisent ou aggravent d'autres affections et celles qui sont au contraire symptomatique. Chapitre forcément *incomplet*, du reste, puisque la clinique ne nous donne trop souvent que des indications insuffisantes.

*a*) Constipation avec dyspepsie. — Il est extrêmement fréquent de voir les deux affections associées. — Dans la majorité des cas, nous avons vu, une fois que le régime des selles quotidiennes a été obtenu, les troubles gastriques s'amender et disparaître. Dans quelques cas, ils se sont améliorés avant qu'il y ait des modifications du fonctionnement intestinal, ce qui permettrait de penser que nos méthodes électriques peuvent avoir une action sur l'estomac; mais il y aura certainement des cas où on ne guérira le malade que lorsqu'on dirigera une thérapeutique soit électrique, soit médicamenteuse contre les troubles gastriques.

*b*) Constipation avec affections gynécologiques. Nous avons rapporté au Congrès de Berne une série de vingt-huit cas de ce genre. dans lesquels le traitement électrique gynécologique employé seul avait eu dans 50 o/o au moins des observations un résultat satisfaisant contre la constipation. Nous continuons depuis à traiter d'abord l'utérus, nous réservant, après un certain nombre de séances si l'amélioration intestinale n'est pas suffisante, soit d'associer les deux thérapeutiques, soit de recourir au traitement du tube digestif seul.

*c*) Constipations et affections anales. La constipation d'une part et, d'autre part, les hémorrhoïdes ou la fissure sont des affections qui s'aggravent réciproquement; nous sommes d'avis de commencer par le traitement local de l'anus par les hautes fréquences ainsi que l'a indiqué Doumer, et d'y associer ensuite, si besoin, le traitement intestinal approprié.

## IV. Obstruction, occlusion

Lorsqu'un malade n'arrive plus à s'exonérer, il faut le faire aller à la selle à tous prix; dans ce cas, le lavement électrique de Boudet est le procédé de choix. De même, il donne d'excellents résultats

comme Gaillard l'a signalé et comme l'un de nous a été à même de le constater deux fois, et contre la constipation et contre la douleur dans la colique de plomb.

Mais il faut savoir que le lavement de Boudet ne doit être le plus souvent considéré que comme une médication d'urgence : chez des spasmodiques nous l'avons vu être inefficace, même momentanément, alors que des procédés de douceur réussissaient; et en tous cas, nous avons des observations qui démontrent manifestement qu'il peut exagérer le spasme. Aussi est-il bon de ne pas en faire un procédé de traitement et de renoncer à son usage, une fois l'exonération obtenue, pour recourir à des procédés destinés à lutter contre la constipation, afin d'empêcher la reproduction de l'obstruction.

En résumé, nous croyons pouvoir tirer de nos observations cette conclusion que l'électrisation peut guérir souvent la constipation quand toutes les thérapeutiques ont échoué, mais qu'il importe absolument de varier les modalités d'applications suivant les diverses modalités pathologiques en face desquelles on se trouve.

---

## M. le Dr G. PERRIER

Maître de Conférences à la Faculté des Sciences
Directeur du Laboratoire municipal de Rennes

### SUR UN MODE DE PRÉPARATION DE MOUTS DE POMMES STÉRILES

[634.151.2 : 663.1]

— *Séance du 5 août* —

Dans la fabrication du cidre, les moûts obtenus par pression ou par diffusion sont abandonnés à la fermentation sans aucune addition de levures. Après un certain temps, très variable d'ailleurs, 4, 5 et même 20 jours, la fermentation se déclare ; elle marche tantôt bien, tantôt mal, le nombre des levûres la produisant étant assez considérable, leur développement et leur travail étant subordonnés à la plus ou moins grande acidité du moût, à la température et à quantité d'autres causes plus ou moins bien connues. Somme toute, étant donné un moût de pommes, on ne sait jamais comment il fermentera.

Dans une fabrication rationnelle on doit donc s'efforcer d'obtenir des moûts stériles, de manière à pouvoir les ensemencer avec des levures pures et préparer ainsi des produits de composition et de goût à peu près constants.

De nombreuses expériences ont été faites dans le but de stériliser les moûts de pommes comme les moûts de raisins. Les méthodes employées peuvent se diviser en trois classes :

1° Les méthodes mécaniques ;

2° Les méthodes physiques ;

3° Les méthodes chimiques.

*Le seul procédé mécanique* capable de donner une stérilisation, à peu près complète est la filtration sur porcelaine poreuse ou sur pâte de cellulose ; mais les difficultés pratiques (débit faible, nettoyage répété, changement de propriétés des moûts, etc.) sont tellement grandes que ce procédé ne peut être employé.

Le soutirage et le collage seuls ou associés enlèvent bien certains germes, mais ils sont incapables de donner un jus stérile.

*Les méthodes physiques*, congélations, fortes pressions, électricité n'ont donné aucun résultat; seule la chaleur permet une stérilisation complète ; malheureusement les moûts de pommes chauffés, même à 60°, prennent un goût de cuit que la fermentation ne fait pas disparaître. M. Rosenstiehl a fait breveter il y a quelques années un appareil avec lequel il opère la stérilisation par chauffes successives entre 45 et 55° en présence d'acide carbonique, pour éviter le goût de cuit, mais son procédé n'est pas encore entré dans la pratique. Il en est de même de la pasteurisation au moyen du « Pastor » de M. Franz Malvezin.

*Quant aux méthodes chimiques*, une seule semble jusqu'ici employée, après avoir été recommandée par MM. Jacquemin et Alliot; elle consiste à additionner les moûts de métabisulfite de potassium, procédé préconisé par M. Audrien pour les moûts de raisin.

L'acide sulfureux mis en liberté par les acides contenus dans le jus des pommes assure une stérilisation assez parfaite, mais alors la fermentation ne peut plus être obtenue qu'avec des levûres acclimatées à l'acide sulfureux.

Ce court résumé des expériences tentées en vue de stériliser les moûts de pommes, montre que le problème de leur stérilisation n'est pas encore résolu.

Ne pouvant agir sur les moûts, à cause de leur grande altérabilité

sous l'influence des divers traitements qu'on doit leur faire subir pour les stériliser, j'ai songé à tourner la difficulté en *stérilisant les fruits* avant leur broyage, les différents ferments se trouvant à leur surface.

Je dirai immédiatement que mes expériences ont pleinement confirmé mes prévisions.

Comme agent de stérilisation, j'ai employé la *formaldéhyde*, que l'industrie prépare en solution dans l'eau à 40 o/o sous le nom de *formol*.

Ce produit, gazeux et très soluble dans l'eau est *d'élimination facile*; c'est un antiseptique des plus puissants; de faibles doses suffisent pour détruire les ferments, avantage très appréciable au point de vue économique.

Voici le détail des expériences que j'ai entreprises cette année.

Quatre moûts de pomme ont été préparés de la manière suivante, chacun avec 1 kilogramme de pommes aussi semblables que possible.

*Le premier*, fait par la méthode habituelle, constituait le moût *témoin*.

*Le second* (moût A) provenait de l'expression de *pommes non lavées* placées pendant 24 heures sous une cloche remplie de vapeurs d'aldéhyde formique.

*Le troisième* (moût B) provenait de l'expression de *pommes lavées* placées dans les mêmes conditions que les précédentes et pendant le même temps.

*Le quatrième* (moût C) provenait de l'expression de *pommes lavées* et abandonnées pendant 24 heures dans de l'eau formolée à 4 ‰.

Pour la préparation de ces trois derniers moûts, le broyeur et la presse avaient été lavés soigneusement à l'eau bouillante.

Les quatre moûts ont été abandonnés à eux-mêmes à la température de 20° environ, *le 28 janvier 1903*, dans des bouteilles stérilisées.

Les 3 moûts A B C renfermaient des traces de formol.

Dès le quatrième jour, toute une colonie de mucors s'était développée sur le *Témoin* (j'ai retrouvé ce mucor sur les pommes que j'avais employées).

Le sixième jour, *le témoin* est entré en fermentation; cette fermentation s'est poursuivie régulièrement et 25 jours après son début, j'ai mis le cidre en bouteille.

Les trois autres moûts sont restés intacts. Seules les traces d'aldéhyde formique qu'ils renfermaient au moment de leur préparation avaient disparu au bout de deux mois environ.

Le premier juillet 1903, c'est-à-dire 5 mois après leur préparation, ils ne présentaient encore aucune trace de fermentation ni de moisissure. On peut donc les considérer *comme absolument stériles*.

*Le moût C* a été alors ensemencé avec une levûre de pomme sélectionnée, mise gracieusement à ma disposition par M. le Dr Bodin, pro-

fesseur de bactériologie à l'École de Médecine de Rennes. Huit jours après, une fermentation régulière s'est établie et a fourni un cidre présentant les mêmes qualités que *le témoin*.

Quant aux moûts A et B ils ont été conservés tels quels.

Il ressort nettement de ces expériences que le formol permet une stérilisation complète des fruits et, par suite, l'obtention de moûts pratiquement stériles, surtout au point de vue des levures.

Le mode d'emploi le plus pratique est certainement le séjour des pommes dans l'eau formolée. Il me reste a déterminer la dose minima de formol à employer pour obtenir une stérilisation par un court séjour dans le liquide, une longue macération ayant pour inconvénient l'absorption par osmose d'une certaine quantité d'eau. abaissant ultérieurement la densité du moût.

Le principal avantage de ce mode de stérilisation est la non altération du jus et son application facile même dans les fermes.

Au point de vue hygiénique, le formol est bien un des antiseptiques prohibés; mais je ferai remarquer que le cidre obtenu avec les moûts de pommes formolées ne peut en contenir, car les levures ne sont aptes à se développer et à produire la fermentation qu'en l'absence d'aldéhyde formique.

En possession de ce nouveau procédé, le cidrier est *maître de la fermentation*, il peut ensemencer son moût avec telle ou telle levure qu'il préfère, et obtenir avec un même moût des cidres différents; de plus, il peut, à n'importe quel époque de l'année, fournir à ses clients une boisson *fraîchement préparée*. Il peut conserver des moûts d'une année sur l'autre en prévision d'une disette de pommes. Il peut enfin, et c'est peut-être là un des avantages le plus à considérer, expédier au loin des moûts en franchise de douane, moûts que l'acheteur peut utiliser *en nature* après les avoir rendus gazeux par l'acide carbonique, comme cela se pratique en Suisse, ou à *l'état de cidre*, après les avoir fait fermenter *sur place*.

Le procédé que je viens d'indiquer peut évidemment s'appliquer à la stérilisation des moûts de poires et de raisins; c'est une étude que je poursuis.

---

# M. MALLET

Médecin vétérinaire à Angers

## DES INDEMNITÉS ACCORDÉES AUX PROPRIÉTAIRES D'ANIMAUX TUBERCULEUX

[614.31]

*— Séance du 8 août —*

Depuis plusieurs années, considérant avec inquiétude les progrès incessants de la tuberculose des bovidés, on s'est préoccupé de trouver les moyens les plus propres à enrayer le mal, à diminuer les chances de contamination. Parmi ces moyens, il en était un que l'on ne pouvait négliger parce qu'il avait fait ses preuves dans la lutte engagée contre une autre maladie contagieuse, la péripneumonie. Grâce aux encouragements distribués sous forme d'indemnités, la péripneumonie n'est plus signalée que très rarement en France. Il était naturel de penser que la même méthode appliquée à la lutte contre la tuberculose pouvait donner des résultats heureux. Nous allons examiner rapidement ce qui fut fait dans ce sens et voir si les efforts du législateur ont été couronnés de succès.

D'après l'article 52 de la loi de finances du 21 juin 1898, des indemnités sont accordées dans les cas de saisie de viande pour cause de tuberculose aux propriétaires qui se seront conformés aux prescriptions des lois et règlements sur la police sanitaire. L'indemnité est basée sur la valeur de la viande saisie : elle est de la moitié de cette valeur lorsque la tuberculose est généralisée, des trois quarts lors de tuberculose localisée.

Les prescriptions sanitaires que devaient respecter les propriétaires d'animaux pour avoir droit à l'indemnité étaient les suivantes : la déclaration, cette base de toute intervention sanitaire, l'isolement et la séquestration des malades, l'obligation de ne s'en dessaisir que pour la boucherie, l'interdiction de vendre leur lait et enfin la désinfection des locaux.

Un crédit de 915.000 fr. avait été voté; on distribua 103.924 fr. Pourquoi ? M. le sénateur Darbot répondait à cette question en ces termes : « La vérité est qu'il a été mis un rigorisme et une exigence dans les formalités à remplir qui ont annulé pour partie les bonnes intentions du législateur et amoindri les légitimes espérances des intéressés. »

Il faut bien reconnaître que ces intéressés constituèrent souvent des dossiers incomplets et irréguliers et on peut ajouter qu'une plus longue pratique de l'indemnisation, même sur cette base, aurait amené une dépense plus considérable et une distribution plus abondante.

Un inconvénient était signalé déjà : le propriétaire d'une vache laitière tuberculeuse faisait un très gros sacrifice en livrant cet animal à la boucherie et recevait, à titre d'indemnité, une somme dérisoire.

M. Viger en signala un autre : selon lui, les propriétaires d'animaux atteints de tuberculose localisée étaient moins favorisés que ceux dont les animaux présentaient des lésions indiquant une généralisation de la maladie. Et, dans son esprit, il fallait au contraire accorder une plus grosse indemnité aux premiers, qui se débarrassaient plus tôt de leurs malades.

Si l'intention était louable, le raisonnement n'était pas très juste, car il aurait fallu démontrer d'abord qu'il est toujours facile de distinguer, du vivant de l'animal, entre la tuberculose localisée et la tuberculose généralisée.

Quoi qu'il en soit, tout le monde se plaignant et le Ministre lui-même trouvant mal faite la loi de 1898, on la remplaça par celle de 1899, qui est encore appliquée à l'heure actuelle.

Les indemnités sont réglées ainsi qu'il suit :

1° Au tiers de la valeur qu'avait l'animal au moment de l'abatage, lorsque la tuberculose est généralisée;

2° Aux trois quarts de cette valeur lorsque la maladie est localisée;

3° A la totalité de la valeur de l'animal abattu par mesure administrative, s'il résulte de l'abatage que cet animal n'était pas atteint de la tuberculose.

Dans tous les cas, la valeur de la viande et des dépouilles vendues par les soins des propriétaires, sous le contrôle du maire, sera déduite de l'indemnité prévue.

Cette indemnité ne pourra être supérieure à 200 francs pour le tiers de la valeur et à 450 francs pour les trois quarts.

Cette nouvelle loi remédiait-elle aux inconvénients que nous signalons plus haut? Pas du tout.

Une circulaire ayant prescrit de n'estimer les animaux que d'après la valeur pour la boucherie, les propriétaires de vaches laitières n'étaient encore point encouragés à faire la déclaration.

D'autre part, l'observation de ce qui se passe chaque jour montre

que la loi de 1899 est encore moins favorable à l'éleveur que celle de 1898 pour les cas de tuberculose localisée.

Enfin, de nouvelles difficultés surgirent, relatives à la vente des viandes et dépouilles et à la déduction qui devait en être faite.

En 1902, considérant que la tuberculose peut passer complètement inaperçue aux yeux du propriétaire le plus clairvoyant et n'être qu'une surprise d'autopsie, on décida que les indemnités prévues par la loi de finances du 30 mars 1899 seraient allouées au propriétaire de tout animal sacrifié dans un abattoir public, dont la viande aurait été l'objet d'une saisie totale ou partielle, pour cause de tuberculose, de la part du vétérinaire chargé de l'inspection de l'abattoir.

Encore une fois, on fit intervenir une prescription qui diminua, dans une proportion notable, le chiffre des indemnités à accorder en exigeant que les animaux fussent vendus directement en vue de la boucherie.

De sorte que, à l'heure actuelle et bien que les propriétaires se soient habitués à ces formalités et constituent des dossiers réguliers, bien que la progression du mal soit constante, bien que le bénéfice des dispositions de la loi de 1889 ait été étendu par la loi de 1902, le chiffre des indemnités distribuées dans cette dernière année ne s'élevait encore qu'à 614.570 francs.

C'est évidemment pour l'État un sacrifice déjà considérable, surtout si l'on considère les résultats acquis, en ce qui concerne la prophylaxie de la tuberculose. L'indemnisation devrait engager le propriétaire à faire disparaître de son étable la tuberculose et réduire ainsi le nombre des foyers d'infection. Dans la pratique, c'est le contraire qui a lieu. Grâce aux dispositions incomplètes du décret de 1888, qui vise seulement les animaux atteints sans se préoccuper des contaminés, le cultivateur, après une saisie pour tuberculose et même après avoir reçu une indemnité, n'a qu'une préoccupation : vendre les animaux qui pourraient être atteints de la tuberculose dans son étable. Il multiplie ainsi les foyers d'infection et le taux de l'indemnité en même temps que le mode d'évaluation ne sauraient l'encourager à procéder autrement, tandis que les prescriptions légales sont insuffisantes pour s'opposer à cette spéculation regrettable.

Encore une fois nous nous trouvons en présence d'un mécontentement parfaitement justifié, et de la part des cultivateurs qui éprouvent de réelles difficultés à se faire payer les indemnités auxquelles la loi leur donne droit, et de la part de l'Etat qui consent en pure perte de

gros sacrifices pécuniaires. Un remaniement de la loi de 1899 s'impose.

Dans cet ordre d'idées, MM. Mougeot et Rouvier ont préparé un nouveau projet dont voici le texte :

« L'article 41 de la loi de finances du 30 mai 1899 et l'article 82 de la loi de finances du 31 mars 1902, accordant des indemnités dans le cas de saisie de viande et d'abatage d'animaux pour cause de tuberculose, sont remplacés par les dispositions suivantes :

« Dans le cas de saisie de viande pour cause de tuberculose, des indemnités seront accordées :

« 1° Aux propriétaires qui se seront conformés aux lois et règlements sur la police sanitaire ;

« 2° Aux propriétaires qui auront envoyé directement leurs animaux dans un abattoir public ou dans un abattoir privé placé sous la surveillance d'un vétérinaire agréé par le Préfet du département.

« Ces indemnités sont réglées au tiers de la valeur qu'avait l'animal au moment de l'abatage, et elles ne peuvent être supérieures à 200 fr. pour chaque bête.

« Le produit de la vente de la viande et des dépouilles appartient au propriétaire ; mais, s'il est supérieur aux 2/3 complémentaires de la valeur de l'animal, l'indemnité due par l'État est réduite de l'excédent.

« Dans le cas d'abatage, par mesure administrative, pour cause de tuberculose, d'un animal reconnu non tuberculeux après l'abatage, il est accordé une indemnité égale à la totalité de la valeur de l'animal, de laquelle est déduit le produit retiré de la vente de la viande et des dépouilles. »

Ce projet est-il de nature à faire disparaître tous les inconvénients que nous avons relevés dans les lois de 1898, 1899 et 1902. On ne peut le croire.

Pour qu'il soit vraiment efficace au point de vue de la prophylaxie, il est nécessaire que les prescriptions de la loi du 21 juin 1898 et du décret du 28 juillet 1888 soient complétées par des mesures applicables aux animaux contaminés : tuberculinisation et séquestration des bovins qui auront réagi.

Pour éviter les difficultés relatives à l'envoi *direct* aux abattoirs publics ou privés, il vaudrait mieux accorder l'indemnité aux propriétaires de bonne foi, dont les animaux vendus en vue de la boucherie ont fait l'objet de saisies partielles ou totales.

Si l'on veut provoquer la déclaration lorsqu'il s'agit de vaches laitières tuberculeuses, les plus dangereuses pour la transmission de

la maladie à l'espèce humaine, l'estimation doit être faite d'après la valeur réelle de l'animal considéré dans ses diverses aptitudes économiques et non pas au seul point de vue de la boucherie. Dans cette hypothèse, il est naturel de laisser au propriétaire le produit des dépouilles en adoptant le taux d'indemnité fixé par le projet, mais, pour éviter que l'État soit grugé, on devrait ajouter la disposition suivante : Les viandes et dépouilles seront vendues sous le contrôle du maire et du vétérinaire sanitaire, qui pourront, pour cette vente, se substituer au propriétaire, si celui-ci ne leur paraît pas tirer le meilleur parti possible des produits laissés à sa disposition.

Si, au contraire, on ne doit estimer les animaux que d'après leur valeur pour la boucherie, il serait plus simple de revenir aux dispositions de la loi de 1898 et d'accorder une indemnité basée sur la valeur de la partie saisie.

Enfin, ce qui semble également utile, c'est de simplifier autant que possible les formalités administratives, de réduire au minimum le nombre des pièces à fournir et de faire régler dans le plus bref délai les indemnités accordées.

L'indemnité doit être un encouragement pour le propriétaire à lutter de son mieux contre le fléau redoutable pour notre élevage qu'est la tuberculose bovine. Pour que cette prime sanitaire soit véritablement efficace, il faut qu'elle soit aussi élevée que possible et loyalement distribuée ; il importe aussi que le propriétaire prenne, de son côté, des mesures sérieuses pour éviter la propagation du mal.

---


## M. P. LAVALLÉE

Ingénieur agronome, Directeur de la Station expérimentale agricole d'Avrillé (Maine-et-Loire)


---

### CONSIDÉRATIONS SUR L'ENSILAGE DES FOURRAGES VERTS

[631.85:636.132.3]

*— Séance du 10 août —*

L'ensilage, c'est-à-dire la conservation des fourrages à l'état vert, n'est pas un sujet nouveau; depuis une vingtaine d'années on en parle et, malgré les avantages qu'il présente, il est loin d'être devenu d'un usage courant.

Cela tient à la lenteur avec laquelle le progrès pénètre dans nos campagnes, à la suspicion qu'éprouvent les vieux cultivateurs pour les méthodes nouvelles et, en troisième lieu, aux insuccès de la première heure, insuccès dus au manque de connaissances des expérimentateurs.

Il est cependant des fourrages qui ne peuvent être conservés autrement, tels par exemple le maïs, ou encore les choux, dans les régions à hiver rigoureux.

Les regains des prairies et les dernières coupes de luzerne, sous les climats froids et humides, sont trop souvent soumis aux caprices de la saison automnale pour qu'on n'eût pas recours à l'ensilage pour leur conservation.

Enfin, les feuilles et les collets de certaines plantes, comme la betterave, les navets, la carotte et le rutabaga, fournissent, au moment de l'arrachage, une matière alimentaire qu'on laisse bien souvent perdre parce qu'on ne connaît pas le parti que l'on peut en tirer, en les conservant en silos.

L'ensilage est donc une question extrêmement importante; nous allons l'envisager et voir les conditions dans lesquelles on peut le réaliser pour chaque fourrage que nous venons de citer.

D'une manière générale, l'ensilage consiste à entasser par couches successives les matières à conserver (fourrages à l'état vert ou déchets d'industrie) et à les maintenir par une pression continue à l'abri de l'air et de la lumière.

Ce résultat peut être obtenu dans des silos creusés dans le sol, dans des silos maçonnés, dans les granges, ou encore par la compression en plein air.

*Silos creusés dans le sol.* — Ces silos sont les plus anciens, les moins coûteux et par conséquent les plus employés dans la petite et la moyenne culture. Ils sont d'un usage courant dans les départements de culture industrielle pour conserver, seules ou en mélange, les pulpes de betteraves ou de pommes de terre destinées à l'alimentation et à l'engraissement hivernal du nombreux bétail qui peuple les étables des fermes de ces régions. On les emploie également à la conservation des fourrages verts, maïs, choux, etc. Les silos creusés dans le sol sont constitués par une fosse à section trapézoïdale, ayant le plus souvent 2 mètres de large à la base et 2 m. 40 à 2 m. 50 au niveau du sol. La terre extraite devant servir à la compression et de couverture aux aliments ensilés, la profondeur du silo varie avec la nature et l'état de ces derniers. Pour les pulpes, on dépasse rarement

o m. 80 de profondeur, mais pour les fourrages verts on va jusqu'à un mètre et plus. La longueur est en raison directe de la quantité d'aliments à conserver. La hauteur, dans la majorité des cas, dépasse rarement 2 m. 40 ou 2 m. 50.

Avant de les remplir, on garnit le fond d'une couche de paille, sur laquelle on dispose ensuite les fourrages par couches successives, en les foulant énergiquement avec les pieds. On augmente la pression sur les côtés, afin d'éliminer le plus possible l'air, cet ennemi des bonnes conservations.

Lorsque la fosse est ainsi remplie, on continue d'entasser le fourrage par couches régulières, en diminuant progressivement la largeur, de manière à former hors de terre une section rectangulaire à sommet arrondi.

Voilà le silo terminé; pour le couvrir, on dispose sur la partie exposée à l'air, une couche de menue paille de quelques centimètres d'épaisseur, puis on recouvre de o m. 50 à o m. 60 de terre que l'on tasse fortement pour empêcher tout accès de l'air à l'intérieur de la masse.

La partie externe de cette couverture est lissée avec de la terre délayée dans de la bouse de vache, afin d'en assurer l'imperméabilité.

Pour les pulpes de betteraves ou de pommes de terre, une épaisseur de o m. 05 à o m. 10 de terre argileuse est largement suffisante.

La conservation dans ce type de silo est parfaite et peut se prolonger sans crainte plusieurs années, à condition que le sol s'égoutte bien et qu'on ait soin de boucher les fissures au fur et à mesure qu'elles apparaissent dans la couverture par suite de la diminution de volume de la masse ensilée. Si le sous-sol n'est pas assez filtrant, il faut le draîner; jamais les eaux ne doivent séjourner dans le silo.

Lorsque l'ensilage ne doit pas être consommé de suite, il est bon de disposer le silo dans un endroit ombragé, afin de le soustraire aux ardeurs du soleil.

Dans le cas de terrains imperméables ou de situations en contrebas où la présence d'eau stagnante serait à redouter, on établit le silo directement sur la surface du sol, que l'on recouvre d'une légère couche de paille. La terre qui fera pression et couverture étant prise de chaque côté du silo, on forme ainsi des fossés latéraux qui servent à l'assainissement et à l'écoulement des eaux.

Cette nouvelle disposition donne également d'excellents résultats, mais elle réclame plus de soins dans la disposition des couches de fourrages pour arriver à un équilibre parfait. Malgré leur simplicité,

ces deux systèmes de silos demandent beaucoup d'habileté de la part des ouvriers pour que la masse reste bien d'aplomb au fur et à mesure qu'elle se tasse et, quels que soient les soins apportés, il y a toujours un déchet plus ou moins élevé provenant du contact des fourrages avec la terre qui forme paroi.

C'est pour remédier à ces inconvénients qu'on a maçonné les silos dans les fermes où l'ensilage est de pratique courante.

On économise les frais de main-d'œuvre dans leur construction, en profitant des accidents de terrain et en rejetant, d'un seul côté, la terre extraite. Le remplissage est ainsi plus facile et la vidange s'opère sans aucune difficulté.

Quelques agriculteurs surmontent les silos d'une toiture, d'autres n'en voient pas la nécessité; cela dépend de la nature des aliments à conserver. Pour les déchets de sucrerie et de féculerie, dont la conservation est des plus faciles, la présence d'une couverture spéciale n'est pas chose indispensable; mais il n'en est plus de même pour les fourrages verts proprement dits.

D'après ces données, on voit qu'à défaut de bâtiments spéciaux, les granges conviennent parfaitement à la conservation des substances fourragères à l'état vert, à condition de réaliser sur la masse la pression nécessaire.

Quelle que soit la disposition adoptée, les fourrages doivent toujours être disposés par couches horizontales et bien tassés, surtout sur les bords. On doit les couper un peu avant la floraison et les apporter immédiatement au silo. Lorsqu'ils ont subi un commencement de dessiccation, ils n'obéissent plus à la compression; il devient impossible de les conserver seuls.

La confection d'un silo peut durer de dix à quinze jours sans inconvénient; mais on n'attendra jamais plus de trois à quatre jours pour faire de nouveaux apports. La quantité de fourrage ensilée dans une journée doit représenter une hauteur de 0 m. 50 à 0 m. 60 au minimum.

Dans l'ensilage trop rapide, on utilise mal les constructions, car il se forme à la partie supérieure un vide qui peut atteindre jusqu'à la moitié du cube total.

Lorsque le silo est terminé, on le recouvre de balles de céréales ou de menues pailles, sur lesquelles on applique sans tarder les matériaux lourds destinés à la compression.

Pour le maïs haché et les autres fourrages, une pression de 300 à 400 kil. par mètre carré est suffisante; si le maïs est entier, il faut au moins une pression double.

Lorsque les fourrages sont très tendres ou chargés d'eau, nous conseillons de les alterner avec des couches de menues pailles.

L'addition du sel n'est pas indispensable, mais, au point de vue de l'hygiène du bétail, nous nous sommes toujours bien trouvé d'en répandre quelques poignées sur chaque couche de fourrage.

*Ensilage à l'air libre.* — Nous ne parlerons pas de l'ensilage à l'air libre, qui consiste à entasser les fourrages verts à conserver sur une surface plane, de manière à former un tas à parois verticales, sur lequel on réalise une pression de 1.000 à 1.200 kilos par mètre carré. Cette pression ne pouvant se faire sentir énergiquement sur les bords, on éprouve de ce fait, sur les quatre côtés du silo et à la partie supérieure, un déchet considérable; le tiers, parfois même la moitié du fourrage, se trouve perdu.

Les plus ardents partisans de l'ensilage à l'air libre, entres autres M. G. Cormouls Houlès, l'agriculteur bien connu du département du Tarn, dont les essais se sont poursuivis de 1882 à 1895, reconnaissent que ce procédé n'est ni pratique, ni économique.

*Des matières qu'on peut ensiler.* — Le maïs est la plante type de l'ensilage; on peut l'ensiler entier, mais il est préférable de le couper en petits tronçons de un à deux centimètres de longueur. Ainsi divisé, il occupe un moins grand volume, se tasse et se conserve mieux; il est ensuite utilisé d'une manière plus parfaite par les différents animaux de la ferme. Un autre avantage non moins appréciable réside dans l'économie des bâtiments. D'après les expériences de M. Coffart, à Burtin, il résulte que le mètre cube de maïs, à l'état naturel, pesait de 310 à 320 kilos, tandis qu'après hachage en fragments de un centimètre de longueur, il arrivait à peser 700 kilos.

Le millet et le sorgho peuvent s'ensiler comme le maïs.

Parmi les autres céréales, le seigle, coupé en vert, mérite d'attirer spécialement l'attention : il fournit au printemps une abondante récolte de fourrage vert qui permet, par l'ensilage, d'entretenir le bétail en bon état dans les fermes où les sécheresses estivales sont surtout à redouter.

Les légumineuses, notamment le trèfle incarnat, la luzerne et la minette, donnent d'excellents produits lorsqu'ils sont ensilés au moment de la floraison; avant ou après cette époque, la réussite est moins assurée. Les pois et les vesces demandent à être mélangés à des balles ou à de la menue paille.

Le sarrasin ne se conserve bien que s'il est mélangé avec d'autres fourrages.

Enfin, les foins et les regains de prairies naturelles ou artificielles se conservent sans difficultés lorsqu'ils sont ensilés à l'état frais: mais, s'ils ont subi un commencement de dessication, et c'est souvent le cas, il faut les entasser par couches alternatives avec des fourrages nouvellement coupés.

Enfin, les choux fourragers et le colza, dont la culture occupe une si grande place dans l'élevage et l'engraissement du bétail de la région de l'Ouest, sont tout indiqués pour former des réserves de fourrages verts.

*Des modifications et des pertes de fourrage pendant la conservation.* — L'ensilage modifie physiquement et chimiquement les matières qui y sont soumises.

Les modifications physiques portent sur la coloration, l'odeur, le volume et le degré de consistance des aliments ensilés.

Chacune de ces propriétés est plus ou moins modifiée suivant la nature des fourrages et la manière dont l'ensilage est conduit.

Lorsque le silo a été fait en peu de temps et les fourrages disposés par couches régulières, la coloration change peu; le maïs, le seigle, les choux, le regain conservent leur couleur verte, mais elle brunit vite au contact de l'air.

L'odeur d'ensilage peut être alcoolique ou butyrique; la première est celle que les animaux préfèrent; on l'obtient en faisant durer la confection du silo plusieurs jours.

L'odeur butyrique caractérise l'ensilage mené avec célérité et fait dans un temps très court; lorsque le bétail y est habitué, il le consomme avec la même avidité que l'autre.

Les réactions chimiques qui ont lieu à l'intérieur des silos entraînent une perte de principes nutritifs; mais la matière sèche subit de ce fait des transformations qui la rendent plus assimilable, en sorte que, sous un moindre volume, elle est plus nourrissante.

# M. P. LAVALLÉE

Ingénieur agronome, Directeur de la station expérimentale agricole d'Avrillé (Maine-et-Loire)


## AMÉLIORATION DES PRAIRIES PAR LES ENGRAIS MINÉRAUX [631.6]

— *Séance du 10 août* —

De tout temps on a reconnu que le foin de certains prés était plus nourrissant, entretenait le bétail en meilleur état que celui des prairies voisines.

Aujourd'hui nous savons que le bon foin doit ses qualités aux plantes qui le constituent. Celles-ci font partie de deux familles botaniques bien distinctes, la famille des *graminées* et celle des *légumineuses*, qui comprennent toutes deux un grand nombre d'espèces de qualités inégales. Les plantes qui appartiennent à d'autres familles sont *inutiles* ou *nuisibles* ; elles amoindrissent toujours la valeur alimentaire du foin. Faire disparaître ces dernières, favoriser le développement des bonnes espèces, tel doit être l'objectif du praticien soucieux d'améliorer sa production fourragère. Après l'assainissement du sol, l'emploi raisonné des engrais chimiques nous paraît le moyen le plus pratique pour arriver à ce résultat.

Chaque fois que nous ferons usage de chaux, d'acide phosphorique ou de potasse, nous favoriserons le développement des légumineuses; au contraire, les graminées sont plus sensibles à l'action des engrais azotés. Enfin, si nous appliquons judicieusement à la fois ces divers éléments de fertilité, nous maintiendrons en équilibre la proportion nécessaire entre ces différentes plantes.

S'il est vrai que dans certains cas on a dépassé la limite cherchée, en provoquant par des apports exclusifs d'engrais phosphatés l'envahissement de prairies par une légumineuse secondaire, la *luzerne tachée* (medicago-maculata), vulgairement connue sous le nom de *roulée*, nous pouvons affirmer qu'on augmente la valeur alimentaire d'un fourrage par l'emploi raisonné des superphosphates ou des scories de déphosphoration. Quant à la *roulée*, qui fait le désespoir des cultivateurs ayant abusé de ces engrais, nous leur disons, avec non moins de certitude, que cette plante disparaît rapidement sous l'influence des fumures azotées.

Pour bien mettre ces faits en évidence, nous avons établi à notre ferme expérimentale d'Avrillé des parcelles de démonstration sur une prairie de plus de trois hectares, où dominaient surtout les mauvaises espèces fourragères. Le foin, comme celui de la plupart de nos herbages, était mal constitué au point de vue botanique comme au point de vue chimique; à lui seul il était incapable d'entretenir le bétail en bon état.

Après application de superphosphate, à raison de 400 kil. à l'hectare en 1901, la qualité de l'herbe s'améliora un peu; mais ce ne fut qu'après un apport de 800 kil. de scories Thomas, en 1902, complété par des composts, que le caractère de la végétation changea. Le trèfle des prés, le trèfle hybride et le trèfle blanc apparurent nettement; les bonnes graminées, comme les paturins, les fétuques, les ray-grass, l'avoine élevée, la fléole, le dactyle, etc. disputèrent victorieusement la place aux graminées secondaires et surtout aux mauvaises plantes: « centaurée des prés, aigremoine, rhinante, plantain, achillé, menthe pouillot, renoncule âcre, grande marguerite, etc. »

Deux parties situées à des points extrêmes de la prairie, où le trèfle faisait totalement défaut, ne reçurent, en 1902, que des scories et là on porta la dose à 1.000 kilos à l'hectare. Sous l'action de cette forte fumure, la luzerne tachée — (la roulée) — prit un tel développement que toute autre plante disparut bientôt sons l'exubérance de son feuillage. L'on fut obligé, en juin de la même année, de faire consommer l'herbe en vert, sous peine de la voir pourrir sur place, la température étant trop humide pour en opérer le fanage.

C'est sur ces deux surfaces ainsi envahies par la roulée qu'a porté une partie des recherches de cette année. Chacune de ces surfaces fut divisée en trois parcelles égales : l'une servant de témoin, les deux autres recevant ou du sulfate d'ammoniaque ou du nitrate de soude, représentant une même dépense de 48 francs à l'hectare, frais d'épandage non compris, soit dans un cas 150 kilos de sulfate d'ammoniaque à 32 francs les 100 kilos, dans l'autre 200 kilos de nitrate de soude à 24 francs.

Le sulfate d'ammoniaque a été appliqué en une seule fois, le 11 février dernier, le nitrate de soude en deux fois, moitié à la date précédente, le reste le 7 avril.

Quinze jours après l'application de ces engrais on observait déjà une différence très grande entre la nature et la vigueur de végétation des parcelles : les graminées prenaient un vigoureux essor dans celles qui avaient reçu des engrais azotés; dans les parcelles témoins, au contraire, la végétation était peu vigoureuse. Plus tard, la lutte pour la vie s'accentuant, la roulée a succombé sous la force de végétation des graminées et des légumineuses de bonne qualité, tandis qu'elle a continué avec les plantes de peu de valeur à occuper les parcelles témoins.

Cet état de chose est resté nettement apparent jusqu'à la récolte. Par suite du mauvais temps qui caractérisa les deux premières décades de

juin dernier, nous avons attendu au 23 du même mois pour couper l'herbe. La dessiccation s'est opérée dans les meilleures conditions et quatre jours après, c'est-à-dire le 27 juin, nous relevions les chiffres suivants comme production de foin sec à l'hectare dans chacune des deux séries d'expériences.

### Ire SÉRIE

| | Engrais à l'hectare | Rendement en foin à l'hectare |
|---|---|---|
| Parcelle n° 1 | 200 kil. de nitrate de soude . . . . . . | 6.315 kil. |
| — n° 2 | sans engrais . . . . . . . . . . . . . | 5 200 |
| — n° 3 | 150 kil. de sulfate d'ammoniaque . . . | 6.500 |

### IIe SÉRIE

| | | |
|---|---|---|
| Parcelle n° 1 *bis* | 200 kil. de nitrate de soude . . . . . . | 6 500 kil. |
| — n° 2 *bis* | sans engrais . . . . . . . . . . . . . | 4.550 |
| — n° 3 *bis* | 150 kil. de sulfate d'ammoniaque . . . | 6.315 |

En résumé, la production moyenne à l'hectare est de :

6.410 kil. pour les parcelles avec nitrate,
4.875 kil. pour les — avec témoins,
6.325 kil. pour les — avec sulfate d'ammoniaque

### DISCUSSION DES RÉSULTATS

Il y a sensiblement égalité de production dans les deux séries d'expériences entre les parcelles avec nitrate de soude et les parcelles avec sulfate d'ammoniaque. Étant donné que ce dernier est d'une conservation plus facile et peut s'épandre en une seule fois, nous pensons qu'à égalité de prix du kilogr. d'azote son emploi serait plus économique que celui du nitrate. Ajoutons que de nouveaux essais sont nécessaires pour confirmer cette manière de voir.

L'efficacité incontestable de l'azote, soit sous forme de nitrate de soude, soit sous celle de sulfate d'ammoniaque, démontre, contrairement à ce qui est admis pour la plupart des auteurs, que les prairies fauchées *ont de réels besoins en azote assimilable.* Il y a là des faits d'ordre scientifique nouveaux que nous signalons tout spécialement à l'attention des congressistes de cette section. Ils appellent de nouvelles recherches.

*Conséquences économiques.* — En faisant la moyenne des rendements des parcelles avec engrais, nous trouvons pour ces dernières une production de 6.367 kil. à l'hectare; les parcelles sans engrais

donnant 4.875 kil., la différence en faveur des engrais est de 1.492 kil. à l'hectare, soit une augmentation de plus de 30 o/o.

Si nous attribuons au foin des parcelles avec engrais une valeur de 50 francs les 1.000 kil., nous resterons au-dessous de la réalité en estimant à 40 francs celui des parcelles témoins qui est de qualité inférieure. Dans ces conditions, la production moyenne des parcelles

| | | |
|---|---|---|
| avec *engrais* se chiffre à . . . . . . | 318 | francs |
| celle des parcelles sans *engrais*. . . | 195 | » |
| Différence en faveur des engrais . . | 123 | » |

La dépense en engrais correspondant à 48 francs, le bénéfice net à l'hectare est de (123 — 48) = 75 francs.

## EXPÉRIENCES AVEC LES ENGRAIS PHOSPHATÉS ET LA CHAUX

Les essais avec chaux et acide phosphorique sont non moins intéressants. La chaux a été apportée sous forme de plâtre cuit, à raison de 600 kil. à l'hectare; soit une dépense de 21 francs;

L'acide phosphorique sous forme de scories de déphosphoration ou de superphosphate à raison de 725 kil. de scories à l'hectare contre 600 kil. de superphosphate, soit une même dépense de 43 fr. 50.

Les scories, marque Thomas *Étoile*, titraient, comme le superphosphate, 14/16 o/o d'acide phosphorique. Enfin, dans une autre série d'expériences, la dose de plâtre que nous venons d'indiquer fut mélangée avec les engrais phosphatés.

Ces différents engrais ont été épandus le 14 mars 1902. Le 30 juin suivant, la récolte en foin sec fut passée à la bascule; quant au regain il fut consommé sur place par des bêtes bovines.

Cette année (1903) nous n'avons fait aucun apport d'engrais; mais, ayant observé des différences sensibles dans la végétation des différentes parcelles, nous avons pesé, le 28 juin, la première coupe de foin sec donné par chacune d'elles.

Les rendements en poids des deux années, comparativement à ceux des parcelles témoins, sont consignés ci-dessous, sous forme de tableau:

| Nos des parcelles | FUMURE A L'HECTARE | RÉCOLTE DE 1902 | | RÉCOLTE DE 1903 | | RENDEMENT total des deux années | DIFFÉRENCE totale de production en faveur des engrais |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Rendement en foin à l'hectare | Supplément de production en faveur des engrais | Rendement en foin à l'hectare | Supplément de production en faveur des engrais | | |
| 1 | 600 kil. de plâtre cuit..... | 6.175k | 675k | 5.560k | 950k | **11.735k** | **1.625k** |
| 2 | 725 kil. scories Thomas... | 6.630 | 1.130 | 5.360 | 750 | **11.990** | **1.880** |
| 3 | 600 kil. superphosphate... | 6.535 | 1.035 | 5.100 | 490 | **11.635** | **1.525** |
| 4 | « Témoin sans engrais ».. | **5.500** | » | **4.610** | » | **10.110** | » |
| 5 | 600 kil. de plâtre.......... 725 kil. de scories Thomas | 6.950 | 1.450 | 5.550 | 940 | **12.500** | **2.390** |
| 6 | 600 kil. de plâtre.......... 600 kil. de superphosphate | 6.850 | 1.350 | 5.450 | 840 | **12.300** | **2.190** |

Si nous chiffrons ces résultats au point de vue argent, en fixant comme précédemment et pour les mêmes raisons à 50 fr. le prix de la tonne de foin des parcelles avec engrais et à 40 fr. celui des parcelles n'ayant reçu aucune fumure, nous obtenons le tableau suivant :

| Nos des parcelles | FUMURE A L'HECTARE | VALEUR de la Récolte à l'hectare | | SUPPLÉMENT de production à l'hectare dû à l'engrais | | | DÉPENSES en engrais à l'hectare | BÉNÉFICE brut à l'hectare |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | en 1902 | en 1903 | en 1902 | en 1903 | Total | | |
| 1 | 600 kil. plâtre cuit...... | 308f 75 | 278f » | 88f 75 | 93f 60 | **182f 35** | 21f » | **161f 35** |
| 2 | 625 kil. scories Thomas | 331 50 | 268 » | 111 50 | 83 60 | **195 10** | 43 50 | **151 60** |
| 3 | 600 kil. superphosphate | 326 75 | 255 » | 106 75 | 70 60 | **177 35** | 43 50 | **133 85** |
| 4 | Terrain sans engrais.. | **220 »** | **184 40** | » | » | » | » | » |
| 5 | 600 kil. plâtre cuit...... 725 kil. scories Thomas | 347 50 | 277 50 | 127 50 | 93 10 | **220 60** | 64 50 | **156 10** |
| 6 | 600 kil. plâtre cuit...... 600 kil. superphosphate | 342 50 | 272 50 | 122 50 | 88 10 | **210 60** | 64 50 | **146 10** |

Le bénéfice brut à l'hectare représente la différence entre la plus-value totale de la production et le prix d'achat des engrais. Pour avoir le bénéfice net, il faudrait faire entrer en lignes de compte les frais d'épandage des engrais et le supplément des frais de récolte. Ceux-ci étant variables d'une ferme à l'autre, nous laissons au lecteur le soin de les établir.

CONCLUSIONS

Les conclusions qui découlent de cette deuxième série d'expériences sont bien nettes. Nous constatons en premier lieu que cette année la récolte de foin a été moins abondante dans notre région que l'an dernier ; le déficit est de 16 o/o.

2° *La chaux* et les engrais phosphatés (scories ou superphosphate) produisent d'heureux effets sur la végétation des prairies au moins pendant 2 ans ;

3° *Le plâtre* a produit une augmentation de récolte plus sensible la seconde année que la première ; nous relevons en effet une progression de 635 kil. en 1902, contre 950 kil. en 1903. Ceci tient à la manière d'agir de cet engrais : il a surtout favorisé la végétation des légumineuses, dont le développement ne fut complet que la deuxième année de son application ;

4° Les *engrais phosphatés* — scories de déphosphoration ou superphosphate — ont fait sentir leur action d'une manière très efficace sur les deux récoltes successives. L'excédent total de production est de 1880 kil. de foin sec à l'hectare pour la parcelle avec scories et de 1525 kil. pour celle avec superphosphate.

Si les scories, surtout en deuxième année, se montrent un peu supérieures au superphosphate, cela tient à ce que, pour la même somme d'argent, on s'est procuré avec le premier de ces engrais un stock plus considérable d'acide phosphorique et de chaux, éléments utiles au même degré dans notre sol. Il est probable que l'inverse se produirait dans les terres riches en calcaire.

5° L'efficacité des engrais phosphatés est plus accentuée, toutes choses égales d'ailleurs, sur la récolte qui suit leur épandage que sur celle qui vient ensuite.

6° Il y a une très grande analogie entre les rendements des parcelles ayant reçu comme fumure un mélange de plâtre et d'engrais phosphaté. Les excédents de production sont considérables et sensiblement égaux chaque année. Ils s'élèvent à 2390 kil. pour le mélange plâtre et scories et à 2190 kil. pour le mélange plâtre et superphosphate ;

7° Au point de vue économique, nous relevons dans notre tableau que le plâtre a laissé un bénéfice brut de 161 fr. 25 à l'hectare ;

Les scories ont laissé un bénéfice brut de 151 fr. 60 à l'hectare;

Le superphosphate un bénéfice brut de 133 fr. 85 à l'hectare;

Le mélange plâtre et scories un bénéfice brut de 156 fr. 10 à l'hectare ;

Le mélange plâtre-superphosphate un bénéfice brut de 146 fr. 10 à l'hectare.

Nous n'avons pas fait d'essais personnels avec les engrais potassiques, mais nous connaissons bon nombre de propriétaires qui, tous les ans, emploient avec succès, notamment sur prairies calcaires, 600 kil. de kaïnite alliée au superphosphate. Les excédents de production dus à l'apport de potasse se chiffrent en moyenne de 60 à 80 fr. l'hectare.

Enfin, si nous rappelons que les engrais azotés ont laissé un bénéfice de 75 fr. l'hectare, il nous sera permis de conclure que l'emploi judicieux des engrais et amendements minéraux appliqués à l'ensemble de nos prairies se traduirait annuellement par plusieurs millions de francs. C'est ce chiffre que nous livrons à la méditation des personnes qui s'intéressent à la prospérité de l'agriculture nationale.

---

M. Ch. LE GENDRE

Directeur de la *Revue Scientifique du Limousin*, à Limoges

## CARTES AGRONOMIQUES COMMUNALES [631.15]

*— Séance du 10 août —*

La carte agronomique de la commune de Condat (Haute-Vienne) n'est pas aussi avancée que je l'espérais.

Je ne savais pas, au moment où j'escomptais l'avenir, que Limoges serait — en 1903 — le siège d'une exposition et que les circonstances conduiraient la *Société Botanique et d'Études scientifiques du Limousin* à prendre une large part à cette exposition.

J'ai dû présider à l'organisation d'une section ayant cent mètres carrés de surface et — aujourd'hui encore — je suis contraint d'aller chaque jour surveiller nos collections.

Cette exposition scientifique sera, du reste, l'objet d'un compte rendu général, que je me propose de soumettre à l'*Association Française* dans sa session de 1904.

Malgré ces travaux imprévus, je n'ai pas perdu de vue notre carte agronomique et, si l'on n'avait pas mis un retard regrettable à me

fournir le calque de la carte d'ensemble de la commune, je serais dès aujourd'hui en mesure de présenter un premier croquis.

Il a été fait douze analyses de terre. En voici les résultats :

| | Cailloux | Gravier | Terre fine | Sable grossier | Sable fin | Argile | Humus | Calcaire | Azote | Acide phosphor. | Potasse |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | gr. | gr. | gr. | gr. | gr. | gr. | gr. | gr. | gr. | gr. | gr. |
| *Sur Leptynite.* — Terrain cultivé n'ayant jamais reçu que du fumier de ferme. | | | | | | | | | | | |
| 1. — Sol | 48 | 157 | 795 | 640 | 282 | 70 | 6 50 | » 98 | 1 20 | » 96 | 3 25 |
| 2. — Sous-sol | 132 | 147 | 721 | 448 | 459 | 87 | 4 05 | » 34 | » 56 | » 93 | 2 20 |
| *Sur Leptynite.* — Même nature de terrain. | | | | | | | | | | | |
| 3. — Sol | 32 | 164 | 803 | 632 | 280 | 80 | 6 37 | » 56 | 1 17 | » 95 | 3 23 |
| *Sur Leptynite.* — Pré haut non fumé. | | | | | | | | | | | |
| 4. — Sol | 33 | 180 | 787 | 546 | 367 | 66 | 18 50 | » 65 | 1 46 | 1 15 | 3 97 |
| *Sur Leptynite.* — Terre à seigle n'ayant toujours reçu que du fumier de ferme. — Terrain léger. | | | | | | | | | | | |
| 5. — Sol | 151 | 193 | 656 | 613 | 349 | 34 | 3 55 | » 65 | » 96 | 1 18 | 2 13 |
| 6. — Sous-sol | 362 | 162 | 476 | 839 | 130 | 29 | 1 51 | » 41 | » 90 | 1 08 | 1 89 |
| *Sur Gneiss.* — Terre forte simplement fumée. | | | | | | | | | | | |
| 7. — Sol | 67 | 198 | 735 | 509 | 358 | 122 | 8 75 | » 82 | 1 22 | » 97 | 3 37 |
| 8. — Sous-sol | 30 | 171 | 799 | 558 | 317 | 113 | 4 » | » 74 | » 81 | » 89 | 2 25 |
| *Sur Gneiss.* — Terre sablonneuse. | | | | | | | | | | | |
| 9. — Sol | 120 | 292 | 588 | 738 | 330 | 27 | 14 33 | » 90 | 2 45 | 1 82 | 3 87 |
| *Sur Leptynite.* — Prairie au bord de la Briance. — Terrain d'alluvion. | | | | | | | | | | | |
| 10. — Sol | 275 | 368 | 357 | 472 | 333 | 33 | 18 » | » 92 | 2 96 | 1 98 | 3 09 |
| *Sur Granit gneissique.* — Terrain planté en bois, ne recevant aucun engrais. | | | | | | | | | | | |
| 11. — Sol | 380 | 245 | 375 | 618 | 412 | 22 | 12 » | » 61 | 1 09 | 1 03 | 2 04 |
| *Sur Porphyre quartzifère.* — Pâture ne recevant aucune façon culturale. | | | | | | | | | | | |
| 12. — Sol | 90 | 495 | 415 | 563 | 386 | 19 | 13 » | » 56 | 1 21 | 1 46 | 3 42 |

Les trois premières colonnes de ce tableau donnent la quantité de cailloux, de graviers et de terre fine contenue dans un kilogramme de terre complète. Dans les colonnes suivantes, la proportion de chaque corps est calculée par rapport à un kilogramme de terre fine.

Ces analyses, faites sur des échantillons de terre pris au centre et aux extrémités de la commune, sur les quatre espèces de roches qui s'y rencontrent, permettent d'entrevoir le résultat final.

Bien que les analyses chimiques présentent des différences assez importantes, on peut dire que généralement ces terres sont riches en potasse, assez bien pourvues en acide phosphorique et en azote, mais qu'elles manquent presque complètement de chaux.

Si nous négligeons le sous-sol, nous remarquons :

Que la plus forte proportion d'azote a été trouvée dans une prairie sur terrain d'alluvion et la plus faible sur les terres légères, qu'on appelle en Limousin terres à seigle. Ces dernières terres auraient certainement besoin d'un fort apport d'engrais chimiques.

Que la plus forte proportion d'acide phosphorique a été trouvée dans la même prairie et la plus faible (0,95 à 0,97) sur des terres cultivées, qui paraissent bonnes, mais où les réserves s'épuisent parce qu'on n'emploie jamais de phosphates. Voici des champs qu'il sera facile d'améliorer si le propriétaire exige de son fermier qu'il renonce aux vieilles méthodes.

Que la plus forte proportion de potasse a été trouvée dans un pré haut, fumé, assez bien pourvu, du reste, d'azote et d'acide phosphorique, et la plus faible sur un sol planté en bois (2.04) et dans une terre à seigle (2.13). Si l'on voulait cultiver des pommes de terre dans ce dernier terrain, il serait donc utile d'employer des sels potassiques. Alors on aurait certainement un très bon rendement.

En ce qui concerne l'analyse physique, on constate que, sur certains points, il n'y a pas assez d'argile et que les cailloux et les graviers occupent trop de place. Nous n'avons donc pas toujours ce que les agriculteurs appellent une terre franche.

D'un autre côté, presque partout le sol est assez profond. Malheureusement la charrue descend rarement au-dessous de quinze centimètres. Si l'on employait des charrues plus fortes, il n'est pas douteux que, dans la plupart des terres de la commune de Condat, le rendement dépasserait de beaucoup ce qu'il est actuellement.

Quand notre carte sera terminée, nous rédigerons une brochure, dans laquelle nous donnerons aux cultivateurs des conseils se rapportant aux erreurs de culture que nous aurons constatées. Nous ferons imprimer cette brochure, qui sera distribuée aux personnes intéressées.

---

## M. le Dr F. HEIM

Professeur à l'École Nationale Supérieure d'Agriculture coloniale

ET

## M. GÉNEAU

Licencié ès Sciences


---

### CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES FOURRAGES DE GRAMINÉES DES PAYS TROPICAUX

[633.4]

---

*— Séance du 10 août —*

Nos connaissances concernant les plantes fourragères des pays tropicaux sont des plus insuffisantes. Nous ne possédons de tableaux de leur composition chimique que pour un très petit nombre d'entre elles. A l'heure où la mise en valeur agricole de nos colonies s'impose à l'attention de tous, cette lacune mérite d'être comblée. C'est pour y contribuer que nous avons entrepris une série de recherches sur la composition des fourrages des pays tropicaux; nous donnons ici les premiers résultats de ces recherches; ils sont relatifs à des Graminées de nos Antilles Françaises, dont les échantillons nous ont été fournis par le R. P. Duss, Professeur à la Basse-Terre (Guadeloupe), auteur connu de la flore des Antilles.

Toutes les espèces étudiées ont été fauchées au moment de la floraison; les analyses ont porté sur l'ensemble des parties aériennes de la plante; les identifications spécifiques, certaines en raison de l'état très complet des échantillons, ont été vérifiées par le monographe autorisé des Graminées : le Dr Hackel, de San Poelten.

Il est nécessaire d'indiquer sommairement la marche analytique adoptée, les résultats donnés par les différents auteurs relativement à la composition des fourrages étant très variables selon les méthodes analytiques mises en œuvre.

Les principaux constituants ont été dosés comme suit :

L'humidité, après dessiccation à 110°.

Les cendres par calcination à basse température, lixiviation à l'eau acidulée pour enlever les chlorures et calcination au rouge pour déterminant le quantum de charbon ayant résisté à la première incinération (v. pour détails Grandeau, *Traité d'analyse des matières agricoles*, § 430).

La cellulose par épuisement successif à l'acide chlorhydrique au $\frac{1}{10}$, puis à la potasse à $\frac{1}{10}$, la matière résiduelle est comptée comme cellulose (Grandeau, § 430).

Les graisses par évaluation du quantum d'extrait étheré (toutes les autres substances, solubles dans l'éther, telle la chlorophylle, sont donc conventionnellement comptées comme graisses).

Les matières azotées, par dosage de l'azote total par la méthode de Kjedahl, en admettant que tout l'azote est à l'état d'albumine (Grandeau, *l. c.*, § 430).

Les matières autres que celles ci-dessus dénoncées sont conventionnellement comptées comme matières hydrocarbonées, en confondant sous cette dénomination, aussi bien les pentosanes que les amylacés proprement dits (V. Grandeau, méthode de Weende), dont la présence est au moins douteuse dans les pailles de Graminées (par analogie avec ce que nous savons des pailles indigènes).

Nous donnerons ultérieurement les résultats d'essais de digestibilité *in vitro*. Nous ne disposions pas d'une quantité suffisante de fourrages pour déterminer expérimentalement sur le bétail le degré d'assimilabilité de ces Graminées fourragères. Le tableau de leur composition chimique présente néanmoins un élément sérieux d'appréciation.

Le total des unités fourragères a été évalué en attribuant, comme il est d'usage pour les fourrages d'Europe, un coefficient nutritif de 5 aux matières protéiques et un coefficient de 2,5 à la somme des matières grasses.

La relation nutritive a été établie en faisant le quotient des matières protéiques par la somme des hydrates de carbone et des matières grasses, ces dernières affectées des coefficients 2,4.

### A. *Première série de déterminations sur les Graminées fourragères de la Guadeloupe*

Nous réunissons en un tableau les résultats fournis par l'étude de cinq graminées communes à la Guadeloupe.

| | Eau | Cendres | Matières protéiques | Cellulose | Hydrates de carbone | Matières grasses | Total des unités fourragères | Relation nutritive |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Paspalum notatum*.. | 12.5 | 13.1 | 5.89 | 25.7 | 40 5 | 2.35 | 35.3 | 0.14 |
| *Panicum leucophœum* | 9.8 | 13.9 | 6.25 | 28.9 | 37.1 | 4.13 | 41.5 | 0.13 |
| *Cenchrus tribuloïdes*. | 8.7 | 16.0 | 7.71 | 28.0 | 36.9 | 2.75 | 45.5 | 0.17 |
| *Cynodon dactilon*.... | 12.7 | 13.9 | 6.53 | 23.2 | 41.0 | 2.69 | 39.4 | 0.13 |
| *Setaria glauca*....... | 12.5 | 11.1 | 3.98 | 27.5 | 43.4 | 1.52 | 23.7 | 0.07 |

D'une manière générale, la composition de ces foins de Graminées, comparée à celle des foins d'Europe (d'après les tables de Wolff), est celle de foins plutôt de bonne qualité.

*Paspalum notatum* FLUGG (Vulg. « Herbe sûre femelle ») est une Graminée glauque, à stolons très longs, qui ne pousse que dans les terrains humides. On la trouve aux basses altitudes, le long des rivières, canaux, mares; le nom de « Herbe à Moutons », sous lequel on la désigne à la Martinique, indique qu'on a remarqué depuis longtemps sa valeur fourragère. Bien que l'on manque totalement à cet égard de données précises, divers *Paspalum* des pays tropicaux sont d'ailleurs réputés fournir des foins, dont la qualité ne le céderait en rien à celle des foins d'Europe: tels les : *P. compositum* (*Oplismenus compositus* BEAUV.) commun dans le sud de l'Asie, l'Australie, la Polynésie, qui fournit un fourrage tendre et possède la précieuse faculté de pousser sous les ombrages peu épais; — *P. dilatatum* POIR. (Millet bâtard) de l'Amérique du Sud, à foin plus médiocre, mais qui, de tous les fourrages introduits, supporte le mieux la sécheresse dans les pays tropicaux, en raison de l'extrême profondeur de ses racines.

*Panicum lencophæum* H. B. et KTH. (*P. Duchassaingii* STEND, *P. lanatum* ROTTB. *Tricholœna insularis* GRISEB (Vulg. « Herbe à blé »), abonde dans les régions basse et infra-moyenne de la Guadeloupe et de la Martinique.

*Cenchrus tribuloïdes* L. abonde dans toutes les savanes antillaires des basse et infra-moyenne régions. C'est un fourrage des lieux secs, mais, avant de le cultiver, il y aurait lieu de bien tenir compte de ce fait que ses fruits mûrs s'attachent à la toison des animaux, au moyen des pointes dont est muni l'involucre, ce qui peut nuire au bétail et rendre difficile à carder la toison des bêtes lainières.

On pourra s'étonner de voir figurer dans une liste de fourrages tropicaux deux Graminées de la flore européenne : *Setaria glauca* P. BEAUV. et *Cynodon dactylon* PERS. Ce sont en effet des Graminées introduites aux Antilles, mais qui s'y sont naturalisées, au point de s'y trouver en abondance dans presque toutes les localités.

La Sétaire à feuillage glauque, hôte des lieux sablonneux et chauds d'Europe, abonde dans les basse et infra-moyenne régions de nos colonies antillaises : c'est « l'herbe-salon », « herbe à bouquets » des créoles, recherchée par le bétail.

Quant au vulgaire Chiendent, il abonde le long des chemins, sur les vieux murs des basse et moyenne régions de toutes les Antilles et refoule, en maintes localités les Graminées autochtones, fait constaté d'ailleurs dans la plupart des pays tropicaux (en particulier à Tahiti et en Nouvelle-Calédonie, où, en moins d'un quart de siècle, il s'est substitué à la végétation primitive (Raoul). Partout où le sol est siliceux, ou tout au moins mélangé de sable et de gravier, le Chiendent prospère, aussi bien dans les plaines brûlantes qu'à des altitudes de 2.000 mètres, comme on le peut constater dans l'Inde; il offre, d'autre part, le très grand avantage de pousser sous les ombrages, à la condition qu'ils ne soient pas trop épais : c'est ainsi qu'il vient sous les Cocotiers, dans les stations exposées aux brises marines où aucune autre Graminée fourragère ne peut s'implanter. Sous le climat européen, propice aux plantes fourragères, le foin de Chiendent est peu apprécié; mais, dans les pays tropicaux, à pluies rares ou irrégulières, il y a là une précieuse ressource, comme l'ont établi les essais faits dans les stations les plus sèches du

littoral australien; dans la zone équatoriale, l'expérience classe le Chiendent parmi les fourrages riches, dont le foin, avantage appréciable, sèche en deux ou trois jours.

Le peu d'importance attribué, au point de vue fourrager, en Europe à *Cynodon dactylon* et *Setaria glauca*, a fait négliger l'étude de leur composition chimique; aussi n'avons-nons pu comparer les chiffres obtenus sur ces plantes poussées dans la zone tropicale avec ceux que les agronomes auraient pu obtenir par l'analyse des mêmes plantes croissant dans nos climats, comparaison qui n'aurait pas été dépourvue d'intérêt au point de vue de l'étude générale de l'influence du climat sur la composition des plantes fourragères.

### B. *Sur deux Graminées fourragères, le « Fantaka » et le « Vero », de Madagascar*

Aux premières données relatives aux Graminées antillaises, nous joignons celles acquises par l'un de nous, en commun avec M. L. DUPONT, relativement à deux Graminées du sud de Madagascar : le « Fantaka » et le « Vero ». La détermination botanique exacte de ces Graminées a pu être faite, grâce à la présence, dans les lots reçus, de quelques inflorescences fructifiées : l'une, le « Fantaka », l'autre le « Vero », lots reçus de M. Garenne, colon à Faryahira, près de Fort-Dauphin.

*Composition centésimale des fourrages de Fantaka et de Véro séchés à l'air*

| ESPÈCES | Eau | Cendres | Matières protéiques | Cellulose | Hydrates de carbone assimilables (sucrés, amidon) | Matières grasses | Acide phosphorique | Chaux | Total des unités fourragères | Relation nutritive |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Fantaka (*Panicum maximum*)......... | 11.27 | 8.44 | 8.55 | 24.46 | 20.52 | 1.25 | 0.409 | 0.347 | 66.4 | 0.36 |
| Véro (*Panicum debile*).. | 10.48 | 3.78 | 8.52 | 25.30 | 22.69 | 1.68 | 0.210 | 0.105 | 54.7 | 0.38 |

*Composition centésimale des fourrages d'herbe de Guinée et d'herbe de Para* (d'après BONAME)

| ESPÈCES | Eau | Cendres | Matières azotées | Cellulose | Matières non azotées | Matières grasses | Total des unités fourragères |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| HERBE DE GUINÉE : | | | | | | | |
| A l'état vert............... | 13.20 | 2.49 | 1.72 | 10.97 | 11.28 | 0.34 | |
| A l'état sec................ | 13.20 | 6.22 | 4.30 | 27.75 | 23.20 | 0.85 | 47.35 |
| HERBE DE PARA : | | | | | | | |
| A l'état vert............... | 71.34 | 1.47 | 1.60 | 13.22 | 12.00 | 0.37 | |
| A l'état sec................ | 11.34 | 3.07 | 4.11 | 33.05 | 30.11 | 0.92 | 52.3 |

Le « Fantaka » est *Panicum mascimum* Tacq, le « Vero » est *Panicum debile* Dest., variété difficilement identifiable sur les échantillons en notre possession, mais distincte du type par le grand nombre des épis de l'inflorescence.

On sait que *Panicum maximum* est l'herbe de Guinée, cultivée aujourd'hui dans la plupart des régions chaudes du globe et dont l'acclimatation a été tentée avec quelques succès dans le bassin de la Méditerranée et, en France, jusqu'au sud de la Loire.

Cette Graminée est réputée l'un des meilleurs fourrages à consommer en vert; le « Fantaka » (prononcez « Fataka ») forme, dans la vallée du Faryahira, des touffes dont la hauteur atteint 1$^{m}$,50 à 2$^{m}$ et le diamètre 1 à 3 centimètres; une même touffe comprend une vingtaine de chaumes, durcissant assez rapidement avec l'âge et dont le diamètre à la base atteint 5 à 10 millimètres. A l'état jeune, c'est un fourrage recherché des bœufs, qui le dédaignent lorsqu'il devient dur (il est à noter que l'échantillon soumis à l'analyse renfermait des chaumes déjà fortement lignifiés, supportant des inflorescences fructifères).

Le « Véro » (prononcez « Vérou »), Graminée cosmopolite, est l'herbe dominante dans presque tous les pâturages naturels du S.-O. de Madagascar. Ses chaumes sont terminés par des inflorescences atteignant une hauteur de 1$^{m}$,50 à 2$^{m}$ et un diamètre à la base de 1 ou 2 millimètres; ses rhizomes émettent aussi des chaumes plus grêles, n'ayant pas plus de 30 à 40 centimètres de hauteur, qui ne fleurissent pas et fournissent une herbe très tendre, dont les bestiaux sont très friands; ceux-ci recherchent également le sommet des inflorescences portant graines; au dire des indigènes, le « Véro » serait le meilleur fourrage de toute la région pour les bêtes à cornes; il est, d'ailleurs, extrêmement abondant (l'échantillon analysé avait été fauché au moment de la fructification).

Nous donnons, à titre de documents comparatifs, les chiffres fournis par Boname pour l'herbe de Guinée et l'herbe du Para *(Panicum molle* SW.).

(Les chiffres donnés par cet auteur se rapportant aux fourrages verts, nous avons ramené leur composition centésimale au taux qu'elle atteindrait pour des fourrages supposés au même état de dessiccation que les fourrages par nous étudiés; le total des unités fourragères et la relation nutritive ont été déduits des chiffres mêmes de Boname.)

Les différences, somme toute minimes, entre nos chiffres et ceux de Boname, relativement à l'herbe de Guinée, s'expliquent sans doute par la différence des sols où croissaient les plantes analysées et surtout par l'âge différent des échantillons étudiés.

Si nous comparons la composition de nos deux fourrages malgaches à celle des principales graminées fourragères d'Europe (d'après les

données de Stebler, nous constatons qu'elles possèdent la composition d'un foin de graminées de moyenne qualité (1).

M. Garenne, ayant éprouvé quelques mécomptes dans l'élevage des bouvillons, supposa que la minéralisation de ses élèves laissait quelque peu à désirer, du fait d'une trop faible teneur des fourrages en chaux et en acide phosphorique (supposition justifiée, à priori, par la nature granitique du sol de la région du Faryahira et la pauvreté presque générale des terres de la grande île en chaux et en phosphore); c'est pour fournir une indication sur ce point que ces deux éléments minéraux ont été dosés dans le « Fantaka » et le « Véro ».

Les données ci-dessus ne sont que les premières indications fournies par l'étude d'ensemble que nous poursuivons et comptons étendre aux principaux types de fourrages de nos possessions tropicales; les colons seront ainsi munis des éléments désirables pour le calcul des rations alimentaires de leur bétail, en raison même de la fréquence des affections des voies digestives, des causes nombreuses de débilitation générale; l'alimentation rationnelle des animaux doit être une des plus sérieuses préoccupations de l'agronome établi dans la zone tropicale.

---

# M. L. DANGUY

Professeur départemental d'agriculture, à Nantes

## LES SOCIÉTÉS D'ASSURANCE MUTUELLE CONTRE LA MORTALITÉ DU BÉTAIL

[368.5]

*— Séance du 10 août —*

La culture, plus que toute autre industrie, est soumise aux influences extérieures favorables ou mauvaises. Diverses causes de

(1) Si l'on se reporte au grand travail publié par MM. A. Müntz et E. Rousseaux sur *la valeur agricole des terres de Madagascar* (Bullet. du Ministère de l'Agriculture, 1900, n° 5, pp. 176-177), nous trouvons justement une analyse de la terre de la vallée du Faryahira qui nous fixe sur la constitution du sol où prospèrent les herbages spontanés par nous examinés.

Ce sol renferme pour 1000 de terre :

| | |
|---|---|
| Terre fine | 770 |
| Cailloux | 230 (siliceux) |

1000 de terre contiennent :

| | Terre fine | Terre brune |
|---|---|---|
| Azote | 2.15 | 1.66 |
| Acide phosphorique | 3.82 | 2.94 |
| Potasse | 0.76 | 0.59 |
| Carbonate de chaux | 0.80 | 0.62 |

Cette terre, qui offre un bon fonds de fertilité, est très riche en humus, en azote, en acide phosphorique, et contient sensiblement de potasse et un peu de chaux.

ruine menacent les récoltes. Ce sont tantôt des périodes de sécheresse trop longues qui viennent compromettre le travail de toute une année; d'autres fois, des froids rigoureux et intempestifs sont la cause de l'anéantissement des récoltes.

A cela le travailleur le plus prévoyant ne peut rien, sinon peu de chose; mais, s'il se trouve presque complètement désarmé en face de ces conditions défavorables et d'autres encore qui n'entrent pas dans le domaine des prévisions humaines, il doit néanmoins s'efforcer de profiter de toutes les circonstances de nature à donner à son travail si pénible une sécurité aussi grande que possible.

Le cultivateur prudent doit donc envisager la possibilité de réparer ses pertes en bétail : le plus souvent, il tentera d'atteindre ce but à l'aide d'une sage épargne; mais qu'un sinistre survienne, si cette épargne se trouve isolée en face des pertes à couvrir, elle sera bien souvent impuissante à réparer celles-ci. Le cultivateur est alors obligé d'acheter du bétail à crédit, pour reconstituer incomplètement son étable.

Il atteindra plus facilement le but que sa prévoyance lui impose en donnant à son épargne le caractère d'une assurance, destination spéciale mieux appropriée à l'objet qu'il se propose; l'assurance ainsi comprise ne sera autre chose que l'organisation de la prévoyance, en vue de remédier à la destruction du bétail par une cause fortuite : le cultivateur trouvera dans *la mutualité* l'instrument qui lui permettra de réaliser cette organisation.

L'assurance a pour but la réparation pécuniaire d'un dommage éventuel qui, lorsqu'il se produit, est bien souvent une cause, sinon de ruine, du moins de gène profonde, pour celui qui est seul à le supporter; la réunion d'un grand nombre de cultivateurs soumis à un risque de même nature atténue au contraire, dans la mesure du possible, la répercussion que la réalisation du risque peut exercer sur le budget d'un cultivateur; l'association lui viendra en aide en mettant à son service une force puissante, la solidarité professionnelle et, le jour où le sort lui fera subir une perte, il sera assuré de trouver une compensation certaine de sa perte. Les cultivateurs seront ainsi leurs propres assureurs. Toute idée de spéculation se trouve écartée. Les cultivateurs n'ayant pas, comme dans certaines Sociétés, de capitaux à rémunérer, les déboursés seront réduits au strict nécessaire. Si toutes les charges se répartissent sur les mêmes têtes, tous les avantages s'y trouvent réunis également.

C'est en vue de soustraire autant que possible le bétail, capital

productif, aux si nombreux risques auxquels il se trouve exposé, que l'organisation de la mutualité s'impose.

Or, le département de Maine-et-Loire semble être resté jusqu'à présent en dehors du mouvement si intéressant qui a provoqué, surtout depuis le vote de la loi du 4 juillet 1900, la création de tant de Caisses de secours contre la mortalité du bétail. Maine-et-Loire compte seulement huit Sociétés comprenant quelques centaines d'adhérents. Et cependant ce ne sont pas les exemples encourageants qui manquent autour de lui.

La Sarthe comprend, en outre de l'Union des Sociétés de Secours mutuels (bétail) du Mans, présidée par M. le sénateur Legludic, (6.175 membres. Capital assuré : 6.096.772 fr.) cent dix Sociétés qui exercent leur action bienfaisante sur un pareil nombre de communes.

La Vendée, qui est dans l'Ouest le véritable berceau des mutuelles-bétail, possède, d'après un remarquable rapport de M. Biquet, Professeur départemental d'Agriculture, qui s'est fait l'actif propagandiste des idées de mutualité, cent vingt-deux Sociétés : le nombre total de leurs adhérents atteint 12.700 et la valeur de l'ensemble du bétail assuré est de 12.735.000 francs.

La Loire-Inférieure comprend cinquante Sociétés en plein fonctionnement et une douzaine en formation : à l'heure actuelle, 4.500 cultivateurs possédant pour plus de 6.000.000 francs de bétail sont assurés.

Ainsi donc, les exemples encourageants ne manquent pas aux Angevins, qui sauront profiter bientôt, nous l'espérons du moins, de tous les bienfaits de la mutualité.

---

## M. DE MONTRICHER

Président du Groupe départemental des Associations coopératives du Crédit Agricole, à Marseille

### UNION DES SYNDICATS AGRICOLES DES ALPES ET DE PROVENCE ET ASSOCIATIONS COOPÉRATIVES DE CRÉDIT AGRICOLE [360.630]

*— Séance du 10 août —*

L'Union des Syndicats agricoles des Alpes et de Provence a été créée le 1er mai 1895 par un Comité d'organisation dont les membres sont restés à sa tête comme fondateurs de l'institution ; elle est constituée par ces derniers et les délégués des syndicats adhérents.

L'Union comprend actuellement 40.000 membres répartis entre 144 syndicats unis des départements des Basses-Alpes, Hautes-Alpes, Alpes-Maritimes, Ardèche, Bouches-du-Rhône, Drôme, Gard, Vaucluse et Var.

Son siège social est à Marseille; elle publie un Bulletin mensuel.

L'Union a pour but de créer entre les Syndicats un lien utile et pratique; de provoquer la création de Syndicats dans tous les centres agricoles; de répandre et vulgariser l'enseignement agricole technique et pratique, d'aider au développement de l'idée syndicale et coopérative dans toutes les classes agricoles, de propager les notions de solidarité et de prévoyance sociales, d'instituer le crédit rural et enfin de contribuer, par tous les moyens en son pouvoir, aux progrès de l'agriculture et au bien-être des classes rurales.

Ses moyens d'action sont : la publicité, les congrès et les concours annuels avec récompenses, médailles, etc., des tournées de conférences, des fêtes locales, des banquets, et l'assemblée générale annuelle qui se tient à Marseille dans le courant de décembre.

Le septième Congrès de l'Union doit se tenir à Alais en septembre prochain.

La plupart des associations qui composent l'Union sont communales; quelques-unes s'étendent dans le canton ou l'arrondissement (Draguignan et Brignoles); une seule est départementale (Alpes-Maritimes).

Chaque Syndicat paye à l'Union une cotisation proportionnée au nombre de ses membres. L'Union a créé sept Coopératives de production et deux Coopératives de consommation.

La Coopérative Agricole des Alpes et de Provence a été instituée parallèlement à l'Union pour traiter les affaires des Syndicats et notamment les achats en commun, outils, matières premières, etc.; elle ne s'est pas encore suffisamment organisée pour aborder en grand la vente des produits agricoles.

Quelques Syndicats de l'Union se sont groupés pour recourir à la coopération de production et de vente. Ces groupes peuvent se diviser en deux catégories :

1° Celles qui se bornent à chercher, à titre d'intermédiaire, des débouchés nouveaux pour leurs adhérents, à étudier les questions d'emballage et de transport, de tarifs de Chemin de Fer, etc. Tels sont les Syndicats du Comtat, des Producteurs d'Hyères, etc.;

2° Les associations qui vendent elles-mêmes les produits mis en commun de leurs adhérents après leur avoir fait subir une prépara-

tion industrielle. Tels sont les Syndicats de Cuges pour les câpres; de Roquevaire pour les conserves d'abricot; d'Istres pour les huiles d'olive, etc.

C'est à l'initiative et à l'heureuse propagande de l'Union et au concours matériel de la Caisse d'Épargne des Bouches-du-Rhône qu'est due l'organisation du Crédit agricole dans la région.

Tel qu'il fonctionne dans le rayon d'action de l'Union des Syndicats de Provence, fondé sur la coopération solidaire de tous, le Crédit agricole a pour but et résultat social la juste restitution d'une parcelle des fruits de l'épargne locale au travail local.

A l'exemple de ce qui se pratique en Italie, où fonctionnent et prospèrent les banques populaires, dans lesquelles chaque mutualiste répond individuellement et solidairement de la totalité des dettes des autres mutualistes, la Caisse d'Épargne des Bouches-du-Rhône a pris l'initiative d'un essai de prêts à l'Agriculture.

Ainsi que l'y autorise l'article 10 de la loi du 20 décembre 1895 sur l'emploi des fonds des Caisses d'Épargne, elle est parvenue, par assignation sur des prélèvements autorisés sur le disponible du boni et sur sa fortune personnelle, à susciter dans les Syndicats l'épargne rurale en vue du Crédit Mutuel.

Des conférences furent organisées par l'Union dans les principaux centres agricoles, véritable enseignement de Crédit Mutuel pratique jusqu'alors inconnu et qui porta ses fruits.

Les cultivateurs comprirent d'autant mieux l'utilité d'une bonne organisation de crédit que les divers modes de culture, autrefois simples et peu coûteux, se sont avec le temps et le progrès de la chimie industrielle et agricole profondément modifiés et compliqués. Autrefois la culture n'exigeait que peu d'avances, elle comportait de simples assolements et des fumures à long terme; il en va aujourd'hui tout autrement; mais, si les rendements sont plus élevés, l'industrie agricole nécessite une mise de fonds d'importance relative, que ne peut fournir en général l'ancienne classe des fermiers et métayers et des petits propriétaires cultivateurs dont l'avoir n'excède guère le fonds de terre qu'ils exploitent.

Mais l'aide matériel, les avances ou, en un mot, le crédit qu'un cultivateur ne saurait trouver individuellement, une association de cultivateurs d'une même localité peut l'obtenir en s'engageant solidairement envers leur prêteur.

Le Crédit agricole est ainsi constitué par des caisses locales, que font prospérer sans frais les propriétaires intéressés à rendre autour

d'eux l'exploitation fructueuse. Au surplus, la responsabilité qui résulte de l'engagement solidaire est toujours limitée. Les statuts des caisses locales portent, en effet, obligatoirement que :

1° Les engagements sociaux ne peuvent dépasser un chiffre fixé d'avance ;

2° Le maximum éventuel des prêts est établi dès le début ;

3° Il est exigé des cautions pour les sommes dépassant un chiffre déterminé ;

4° Les caisses n'accordent de crédit qu'aux associés et pour des besoins déterminés et contrôlés.

Les associations de crédit agricole forment ainsi de véritables familles, dont tous les membres se connaissent, s'estiment et exercent les uns sur les autres une surveillance active et bienveillante.

De la sorte, les chances de pertes sont minimes et, s'en produirait-il, que les bénéfices accumulés dans le fonds de réserve auraient bientôt suffi à les couvrir.

Pour la mise de fonds initiale, la Caisse d'Épargne des Bouches-du-Rhône intervient et fait les avances nécessaires (2 à 3.000 francs par caisse) au taux de 2 fr. 75 o/o. C'est ainsi que 17 Caisses agricoles furent fondées, comportant, depuis leur création, un ensemble d'opérations montant, au 31 décembre 1902, à 354.710 fr. 50.

Ces Caisses sont affiliées au Centre fédératif du Crédit populaire en France, agence centrale ayant pour objet de concentrer les renseignements, de publier un Bulletin de statistique périodique, de fournir des modèles de statuts, etc., etc.

Mais cette institution s'étend sur la France entière et l'Union, d'accord avec la Caisse d'Épargne, a été heureusement inspirée en suscitant, dans son rayon d'action, des Fédérations régionales.

C'est ainsi que s'est constitué, sous l'empire de la loi de 1901 sur les Associationns, le groupe départemental des Associations coopératives de Crédit agricole.

En vertu de ses statuts, cette institution a pour objet :

1° Poursuivre l'étude en commun des questions concernant l'organisation, le fonctionnement et le rôle des Sociétés cóopératives de Crédit agricole et leurs relations entre elles;

2° Propager et favoriser, par tous les moyens en son pouvoir, la diffusion et le développement des Sociétés coopératives locales de Crédit agricole;

3° Poursuivre la création, dans son ressort territorial, d'une Caisse régionale de Crédit agricole, conformément à la loi du 31 mai 1899;

4° Représenter les Sociétés affiliées pour soutenir leurs intérêts auprès des pouvoirs publics, des administrations publiques ou privées, etc.

5° Seconder l'action propagatrice, créatrice et fédérative du centre fédératif du crédit populaire en France;

6° Organiser l'inspection des Sociétés coopératives locales de crédit agricole adhérentes au groupe départemental ou qui la demanderaient;

7° Dresser chaque année un rapport et une statistique d'ensemble de l'activité des Sociétés de Crédit adhérentes.

Le patrimoine du groupe départemental se compose des cotisations annuelles des membres adhérents à titre individuel, des Sociétés adhérentes et des membres honoraires.

Le programme du groupe des Associations coopératives de crédit agricole a été pleinement réalisé et très heureusement complété par la création de la Caisse régionale, établie à Aix, prévue au § 3 ci-dessus, avec subvention de l'État et avances gratuites de la Banque de France.

La Caisse d'Épargne doit borner son action à l'impulsion initiale; après quoi les coopérateurs doivent puiser dans leur propre fond et trouver, dans le jeu normal des organes mutualistes, les forces nécessaires pour leur marche en avant.

Le principe de la Caisse régionale est encore la mutualité; le capital est souscrit par les coopérateurs et complété par les avances de la Banque de France.

La Caisse régionale centralise les opérations des Caisses locales; elle assure la régularité de leur fonctionnement, reçoit en dépôt leurs fonds disponibles, ou, au besoin, leur fait des avances et réescompte les effets endossés par elles. Elle constitue, en somme, avec les Caisses locales, un ensemble de rouages qui s'adaptent et s'emboîtent exactement au mieux des intérêts de tous.

Par une telle organisation économique et sociale, l'agriculture, désormais affranchie du joug de la finance et des dîmes et charges sans nombre qui pesaient sur elle, sera mieux à même de remplir son véritable rôle, celui de principal facteur de la richesse et de la vie nationales.

M. Léon DUFOUR
Directeur-adjoint du Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau

## APERÇU ÉCONOMIQUE ET GÉOGRAPHIQUE SUR L'APICULTURE FRANÇAISE

[638(44)]

— *Séance du 6 août* —

### I. REVENUS DE L'APICULTURE EN FRANCE

Les produits de l'apiculture ne jouent évidemment qu'un rôle bien modeste dans l'ensemble de la production agricole française. Nous entrerons plus loin dans quelques détails à ce sujet; disons pour l'instant qu'on peut évaluer à 15 ou 20 millions la valeur moyenne annuelle de la cire et du miel produits en France. C'est peu vis-à-vis de la valeur du blé, des vins, etc. Mais ce n'est pas une raison pour négliger cette source de profits. Ce sont surtout les petits cultivateurs qui, dans les conditions actuelles de l'agriculture, ont le plus de difficultés à vaincre; ce sont eux qui, par conséquent, doivent faire flèche de tout bois; ce sont eux, surtout, qui devraient toujours avoir un rucher annexé à leur modeste exploitation, comme une source de petits profits accessoires, mais non négligeables, obtenus sans grand travail.

C'est d'ailleurs un peu ce qui existe. Le nombre des grands apiculteurs, qui possèdent plusieurs centaines de ruches et font de l'apiculture une véritable industrie autonome, est très restreint et les ruches sont en général éparpillées chez un grand nombre de cultivateurs, chacun n'en possédant que peu. Mais malheureusement il est beaucoup trop de cultivateurs qui n'ont aucune ruche.

Citons un exemple d'un rucher modeste mais bien conditionné, bien conduit, pour montrer ce que l'on peut tirer de la culture des abeilles.

L'apiculteur, ou plutôt l'apicultrice à laquelle appartient ce rucher, a commencé avec trois ruches seulement et est arrivée au bout de cinq ans à en posséder vingt-trois; elle a progressivement étendu son installation, achetant chaque année quelques essaims, ou recueillant ceux que ses propres colonies lui donnaient, augmentant à mesure son matériel apicole.

Son exploitation peut être, financièrement parlant, résumée de la façon suivante :

| | Dépenses | Recettes |
|---|---|---|
| 1re année | 350 f » | 30 f 60 |
| 2e — | 270 » | 208 40 |
| 3e — | 208 » | 598 40 |
| 4e — | 513 10 | 499 75 |
| 5e — | 367 25 | 996 65 |
| Total. | 1.708 f 35 | 2.333 f 80 |

On voit qu'au bout de cinq ans la somme des recettes dépasse la somme des dépenses. Assurément le matériel éprouve progressivement une certaine moins-value. Mais remarquons qu'une ruche bien conditionnée peut durer vingt ans et même plus; que, dans le cas qui nous occupe, le matériel a été acheté progressivement; il est donc encore, en grande partie, presque neuf à la fin de la cinquième année. Ajoutons que dans les dépenses de la première année on a compté la construction d'un hangar en maçonnerie qui vivra longtemps et, dans toute propriété, peut servir à une foule d'usages si l'on abandonne l'apiculture.

Nous n'avons pas pu, dans les dépenses, faire le départ complet de ce qui est frais d'installation et frais d'entretien et d'exploitation. Mais il nous semble raisonnable d'évaluer à 1.000 francs le capital d'installation. Si à partir de la cinquième année on ne veut plus augmenter son rucher, on n'a plus à faire que les dépenses annuelles d'exploitation. Nous croyons être très près de la vérité en les évaluant à 200 francs par an, y compris la moins-value du matériel. D'autre part, disons que la recette d'environ 1.000 francs de la dernière année nous semble dépasser la moyenne à espérer avec 20 ou 25 ruches. Mettons 600 francs de recettes moyennes par an. Recettes nettes 400 francs.

Un capital de 1.000 francs produit 400 francs de revenu net; c'est du 40 o/o.

Est-il beaucoup de capitaux employés en agriculture qui rapportent autant?

Nous avons donc bien raison de dire qu'en annexant un modeste rucher à son exploitation, un petit cultivateur trouverait dans la culture des abeilles un revenu très appréciable. Nous ajoutons facile à acquérir, car une vingtaine de ruches ne donnent pas grande besogne. Ce travail peut très aisément être fait par la femme du fermier, comme elle s'occupe des soins du ménage, de la basse-cour, etc. La crainte des piqûres ne doit pas effrayer. Avec un peu d'habitude, on n'est piqué que rarement et d'ailleurs la vaccination a lieu promptement.

Quant aux grands apiculteurs, ils sont à la tête d'une véritable exploitation de ruches; ils en ont des centaines, réparties généralement en plusieurs ruchers, car il ne faut pas réunir, en un seul endroit, un trop grand nombre de colonies d'abeilles. Ils obtiennent du miel et de la cire qu'ils vendent en gros. Dans certains pays, dans l'Yonne en particulier, on fait ce qui s'appelle de l'élevage, c'est-à-dire que l'on vend des ruches peuplées d'abeilles. Au lieu d'avoir des ruches modernes, grandes, essaimant peu, on a des ruches à panier ordinaires de faible volume total et produisant des essaims. Ce sont ces essaims que les apiculteurs de l'Yonne vendent aux apiculteurs du Gâtinais, un peu avant la floraison du sainfoin. Un apiculteur, mort depuis peu, avait plus d'un millier de ruches et vendait, chaque année, jusqu'à 4 et 500 essaims. Le prix étant de 10 à 15 francs, le revenu n'était assurément pas négligeable. Quelques apiculteurs font aussi le commerce de reines d'abeilles. On les envoie aisément avec un groupe d'abeilles et des provisions pour le voyage. Au moyen de précautions suffisantes, on en a envoyé ainsi jusqu'à Madagascar, à la Réunion, etc.

L'exploitation des abeilles présente donc une variété que l'on ignore

généralement; mais les deux principales sources de profit sont évidemment le *miel* et la *cire*.

Il y a pour chacun de ces produits de très grandes variations dans la production annuelle, suivant les conditions climatériques des diverses années. Les données statistiques que l'on possède, et qui ne méritent pas évidemment une confiance absolue, fixent à environ 1.600.000 le nombre des ruches en activité; la production moyenne serait de 8 millions de kilogrammes de miel et 2 millions et demi de kilogrammes de cire. En fixant à 1 franc le prix du kilogramme de miel et 3 francs celui du kilogramme de cire, on arrive à une valeur de 8 millions pour le miel et de 7 1/2 pour la cire.

La valeur de la production apicole française est donc de 15 à 16 millions. Ce chiffre nous semble plutôt trop faible.

On pourrait augmenter dans de larges proportions cette production : une immense quantité de nectar, que nous fournissent gratuitement les fleurs, est perdue, parce que nous n'avons pas assez d'abeilles pour la recueillir. On pourrait, en France, décupler le nombre des ruches existantes.

## 2. MIEL

### *Usages du miel*

Un préjugé trop répandu en France, c'est que le miel ne doit être consommé que quand on est malade. On ne le voit qu'accompagné de boîtes de pastilles, de tasses de tisane, utilisé par des personnes qui toussent et qui crachent. Il est regrettable que sur ce point nous n'imitions pas nos voisins d'Allemagne et de Suisse surtout. Dans les hôtels de ce pays, on sert du miel au petit déjeuner du matin et comme dessert à tous les repas; la consommation en est considérable.

Rien n'est plus naturel et plus sain que le miel. C'est assurément supérieur à une foule de confitures frelatées et il y aurait avantage à faire paraître sur nos tables un nouveau mets sucré, excellent à tous égards.

Diverses liqueurs fines, chartreuse, etc., sont sucrées au miel. On commence à faire divers bonbons, diverses pâtisseries au miel.

Si la médecine humaine emploie le miel pour fabriquer certains sirops, sucrer des tisanes, la médecine vétérinaire s'en sert davantage encore; on mélange le miel à divers médicaments pour les faire avaler plus facilement au bétail, aux chevaux.

Un usage important du miel, c'est de servir à la fabrication du pain d'épices. Cette industrie exige un miel spécial, le miel de sarrasin, qui fait mieux lever la pâte que les autres miels. C'est au miel de sarrasin que le pain d'épices doit son goût particulier.

Signalons enfin un emploi du miel qui commence à se répandre, c'est la fabrication de l'hydromel. L'hydromel ou vin de miel est obtenu par la fermentation pure et simple du miel dans de l'eau.

Loin de nous la prétention de dire que l'hydromel est destiné à détrôner le vin. Mais nous pensons qu'il devrait entrer, surtout dans les pays qui ne produisent pas de vin, concurremment avec le cidre et la bière, dans la consommation courante. En Bretagne, il serait avantageux d'en consommer, surtout les années où les pommiers produisent peu et où les pommes sont chères. Déjà, dans certains coins de la Bretagne, nous avons trouvé cette boisson très appréciée et ce que nous avons vu boire était bien inférieur à ce qui peut être obtenu par une fabrication plus soignée.

Suivant la quantité de miel que l'on emploie, on peut faire : 1° un hydromel léger, à consommer immédiatement, rapidement fait; 2° un hydromel plus fort, plus long à se faire et à se clarifier, de toute conservation, s'améliorant en vieillissant, pouvant entrer dans la consommation courante si on l'additionne d'eau, comme on le fait pour le vin dans tant de ménages, ou bien constituant une sorte de vin de demi-luxe; 3° un hydromel liquoreux, conservant une certaine quantité de miel non transformée en alcool, et par suite ayant un goût sucré, constituant une véritable liqueur pour dames.

Nous connaissons un apiculteur qui n'est nullement embarrassé pour vendre 2 francs la bouteille cet hydromel fort dont nous parlons en second lieu, un an ou deux après qu'il est complètement sec et clair.

On voit, d'après tout cela, que les usages du miel sont multiples, variés, et que son emploi est susceptible de prendre une grande extension. Il est à désirer qu'en France on apprenne à mieux connaître, mieux apprécier le miel et que son usage comme dessert se répande beaucoup.

### *Commerce du miel*

Pour le miel, notre situation commerciale peut être résumée de la façon suivante : *Nos exportations dépassent de beaucoup nos importations.*

Ainsi, en 1901, nous avons exporté 951.000 kilogrammes de miel, et importé 369.000 seulement.

Les pays qui nous demandent le plus de miel sont la Belgique et la Hollande, qui entrent pour les trois quarts dans notre exportation totale. Dans ces pays, en Belgique surtout, l'industrie du pain

## 4. Les régions apicoles de la France

Les raisons qui permettent de diviser la France en diverses régions apicoles, ayant chacune ses caractères propres, sont essentiellement de nature botanique et agricole. La chose se comprend aisément puisque le travail des abeilles est lié à l'épanouissement des fleurs des plantes productrices de nectar.

En général une région est caractérisée par une plante de grande culture qui est très mellifère et qui occupe dans la région une grande surface. Le nectar de cette espèce donne au miel son caractère spécial ; en outre, les opérations apicoles doivent être réglées sur la floraison de cette plante, période qui correspond au travail maximum des abeilles et produit ce que l'on appelle la *grande miellée*. L'apiculteur ne conduit pas son rucher de la même manière dans le Gâtinais où la grande miellée est due au sainfoin, qui fleurit à la fin de mai et au commencement de juin, et dans la Bresse où cette miellée est produite par le sarrasin dont la floraison commence seulement à la fin de juillet et dure à peu près tout le mois d'août.

Cependant, dans certains cas, ce n'est pas essentiellement une plante unique qui caractérise une région apicole. Il existe par exemple, en France, une région botanique bien définie; c'est ce que l'on appelle la région méditerranéenne, comprenant le littoral de la Méditerranée et remontant dans la vallée du Rhône à peu près jusqu'à Valence. Cette région est non moins bien définie au point de vue apicole. C'est elle qui donne le miel tout à fait spécial, d'un goût très aromatique, dont le type est le miel dit « de Narbonne ». Elle ne possède cependant aucune grande culture mellifère. Mais un grand nombre de plantes, soit sauvages, soit cultivées sur des surfaces relativement peu étendues, forment par leur ensemble une flore très mellifère.

Si nous voulons remonter plus avant dans l'étude des causes qui produisent les divers types de miel français et d'apiculture française, nous trouverons les causes qui interviennent dans la répartition des grandes cultures et dans la formation de régions botaniques, c'est-à-dire des causes géologiques, géographiques, climatologiques. En Lorraine comme en Brie, par exemple, le sainfoin est la principale plante mellifère : les conditions de climat permettent cependant de considérer comme régions apicoles différentes l'est de la France et la région parisienne. Les conditions de nature du sol qui font qu'en Auvergne comme en Bretagne le sarrasin est très cultivé

rapprochent ces deux régions qui, à d'autres égards, méritent d'être distinguées.

D'ailleurs il ne faudrait pas croire qu'une même sorte de cause, quelle que soit son importance, doive toujours être prédominante. Ainsi une région géologiquement bien définie est ce que l'on appelle le massif primaire armoricain et on pourrait trouver logique de considérer le massif tout entier comme constituant une région apicole. Mais, si nous considérons que la Loire, dans sa partie inférieure, d'Angers à la mer, constitue une limite botanique précise à laquelle s'arrêtent exactement un certain nombre d'espèces de plantes, abondantes au sud et que l'on ne trouve jamais au nord; si nous remarquons en outre qu'au sud de la Loire le Sarrasin est beaucoup moins cultivé qu'au nord, nous serons amené à ne pas placer dans la région apicole bretonne toute la partie du massif armoricain située au sud de la Loire.

C'est en faisant entrer en ligne de compte les diverses causes qui influent sur la répartition des plantes (nature du sol, latitude, altitude, climat, etc.) que nous pourrons esquisser brièvement une géographie apicole de la France.

Au point de vue de la production et de la récolte du nectar, on peut distinguer deux sortes de pays ayant des caractères bien tranchés, les pays de montagnes et les pays de plaines. Sans vouloir donner à un nombre une signification trop absolue, nous appelons régions montagneuses celles dont l'altitude est supérieure à 500 mètres. C'est à peu près à cette hauteur que la flore commence à prendre, au point de vue de l'aspect et du mode de végétation des plantes, comme des associations d'espèces, un caractère bien différent de celui qu'elle possède dans les plaines.

*Pays de montagnes.* — Dans une région montagneuse, une même fleur se développe souvent entre deux limites d'altitude assez étendues et, dans ces limites, l'époque de la floraison varie avec l'altitude. Il n'est pas rare de trouver une différence d'une quinzaine de jours entre les dates de floraison d'une même plante à sa limite inférieure et à sa limite supérieure.

Comme les diverses espèces de fleurs mellifères ont des époques de floraison différentes, il en résulte une production de nectar assez continue et assez constante pendant toute la durée de la saison des fleurs.

D'autre part, les abeilles peuvent s'éloigner à une assez grande distance de leur rucher (2 kilomètres et même jusqu'à 3); alors, pen-

dant toute la belle saison, elles ont presque toujours du nectar à leur disposition.

Dès lors les causes qui influenceront les récoltes, ce seront surtout les conditions météorologiques quotidiennes. Quelques jours pluvieux, qui empêcheront les abeilles de sortir, seront perdus pour la récolte. Mais, sauf des années exceptionnelles, les journées défavorables se produiront, tantôt à un moment de la saison de travail, tantôt à un autre, mais seront en nombre assez constant, de sorte que la récolte des butineuses ne variera elle-même que dans des limites peu étendues.

La caractéristique des pays de montagnes est donc une assez grande constance dans la production du nectar par les fleurs, du miel par les abeilles.

Ajoutons que la durée totale de la végétation annuelle est courte et, par suite, courte aussi la saison de travail des abeilles, longue la saison de consommation. Ce dernier caractère des pays de montagnes est d'autant plus accentué qu'il s'agit d'altitudes plus élevées.

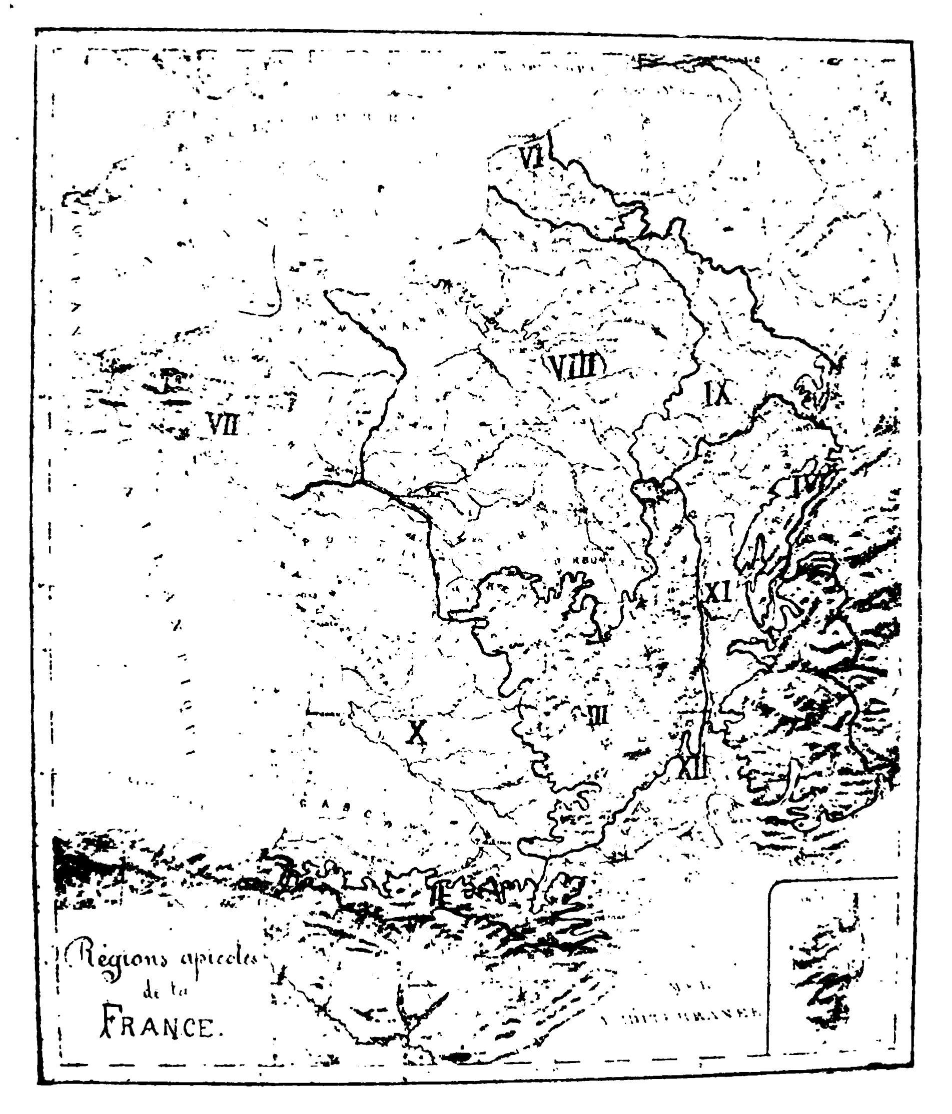
*Pays de plaines.* — Dans les pays de plaines, c'est généralement une seule plante qui donne la principale miellée, celle dont la floraison permet aux abeilles de récolter presque tout leur miel de l'année. Or, sans parler des années accidentelles où une gelée, par exemple, peut anéantir toutes les fleurs, on peut dire que, suivant les conditions climatériques de l'année, la floraison de cette plante nectarifère principale peut être un peu avancée ou retardée, peut être plus ou moins abondante; mais sa floraison dure toujours sensiblement le même temps.

Que peut-il se produire alors? Si pendant cette floraison le temps est beau, pas trop sec, la plante produit son maximum de nectar et les abeilles se trouvent dans les meilleures conditions pour obtenir leur maximum de récolte. Mais, que pendant cette floraison une série de jours pluvieux empêchent les abeilles de sortir, voilà la récolte réduite dans une énorme proportion, parfois presque totalement compromise.

Dans le Gâtinais, par exemple, le sainfoin est presque la seule fleur mellifère. Que le temps soit favorable pendant la floraison de cette plante, on constatera des récoltes quotidiennes de 5, 6 kilogrammes par jour et même davantage; qu'il pleuve, les abeilles restent casernées chez elles et la récolte est presque nulle. En quinze jours ou trois semaines ces insectes doivent faire leur récolte

de l'année. Si cette période ne peut être utilisée, c'est une année désastreuse.

Nous venons de nous placer dans un cas extrême ; en général les choses ne se passent pas tout à fait de la sorte. Il y a bien une plante spécialement mellifère et c'est d'elle surtout que dépend le résultat de l'année ; mais elle n'est pas la seule. Diverses autres espèces peuvent fournir une compensation au moins partielle. Dans la région




CARTE DE LA FRANCE APICOLE

parisienne, par exemple, diverses fleurs sauvages, la Vipérine, la Sauge, le Mélilot, etc. fournissent un appoint qui n'est pas à dédaigner. Parfois aussi il y a plusieurs miellées possibles. Le Sainfoin, par exemple, fournit souvent deux coupes. La première est de beaucoup la plus mellifère; mais, si elle n'a rien fourni, la seconde, quand le temps s'y prête, vient un peu atténuer les pertes de l'apiculteur. Dans divers pays, la Bruyère fournit une miellée d'automne fort appréciable.

Mais, malgré cela, on peut caractériser les pays de plaines en disant que la récolte de miel y est aléatoire, soumise à de nombreuses causes de variations, et oscille entre des limites étendues.

Dans les régions de montagnes nous distinguerons : I les Alpes; II les Pyrénées; III le Plateau central; IV le Jura; V les Vosges.

Dans les pays de plaines nous distinguerons : VI le Nord; VII l'Ouest; VIII la région parisienne; IX l'Est; X le Sud-Ouest; XI la vallée de la Saône et du Rhône ; XII la région méditerranéenne.

## *A*. Pays de montagnes

### I. *Alpes*

La riche flore des prairies alpestres, naturelles ou artificielles, principalement le Sainfoin, fournit d'excellent miel. Dans les régions les moins élevées, la plus forte miellée commence dans la seconde quinzaine de mai et, si l'on veut un produit de choix, il faut faire la récolte un mois après, car c'est vers le 25 juin que le châtaignier commence à fleurir, et on doit éviter de mélanger son miel, qui est de qualité inférieure, avec le miel de printemps. Ce miel de Châtaignier, on le laisse aux abeilles pour leur consommation hivernale. Sur certains points, cantons d'Annecy et de Rumilly, par exemple, on cultive un peu le sarrasin et, ayant cette ressource en vue, on peut enlever aux abeilles une quantité un peu plus forte de bon miel.

Le miel des endroits où fleurissent le Thym, le Myrtille, l'Astrantie, les Rhododendrons, est particulièrement parfumé et estimé : le type de miel des Alpes est le miel dit « de Chamonix ». Parmi les localités qui produisent du miel supérieur citons : Sallanche, La Roche, Vallorsine, Chamonix, Saint-Gervais, Saint-Nicolas. La partie sud de la région des Alpes appartient en même temps par sa flore à la région méditerranéenne et, au point de vue apicole, réunit les avantages de l'une et de l'autre de ces régions.

L'apiculture est très en honneur dans les Alpes, surtout en Savoie,

où des Sociétés apicoles se sont fondées et ont beaucoup contribué à propager les méthodes modernes et les ruches à cadres. Dans l'arrondissement de Bonneville, par exemple, sur un nombre total de 5 à 6.000 ruches, il y a environ 1.200 ruches à cadres. Dans l'ensemble des deux cantons de Seyssel et de Frangy il existe à peu près 600 ruches fixes et 800 ruches à cadres.

Les possesseurs de ruches fixes ne font leur récolte qu'à l'automne, quelquefois même en janvier ou mars seulement. Ils ne peuvent donc éviter le mélange des miels des diverses qualités ni obtenir les miels de choix que l'on récolte en juin si facilement avec les ruches à cadres.

Bien qu'il reste encore de nombreux progrès à réaliser, nous pouvons dire que la région des Alpes est à la fois l'une des plus propices à l'élevage des abeilles et l'une de celles où l'on sait le mieux tirer parti des ressources naturelles.

## II. *Pyrénées*

La flore apicole pyrénéenne présente les mêmes caractères généraux que la flore apicole alpine. Notons cependant une différence intéressante. Beaucoup de vallées des Alpes sont orientées de façon à présenter un versant sud et un versant nord. Cette disposition est très favorable à la production et à la récolte du nectar. Elle prolonge en effet la durée de floraison des plantes mellifères, cette floraison étant plus précoce sur le versant sud que sur le versant nord. Les abeilles volent en général assez loin pour pouvoir passer d'un versant sur un autre. Installées le plus souvent de façon à être exposées au sud, elles butinent d'abord sur la pente où elles sont placées, puis plus tard la même espèce leur offre des ressources sur le versant opposé !

Dans les Pyrénées françaises au contraire, la plupart des vallées s'étendent dans le sens nord-sud et, par conséquent, possèdent un versant est et un versant ouest, entre lesquels il n'y a pas de différence sensible au point de vue de l'épanouissement des fleurs.

A cet égard donc, les Pyrénées sont moins favorisées que les Alpes. D'autre part, une petite partie des Pyrénées-Orientales réunit les avantages des pays de montagnes et ceux de la flore méditerranéenne et présente donc, comme certaines régions des Alpes, les conditions qui, de toutes, sont les plus utiles aux abeilles.

Ajoutons que, d'une façon générale, l'apiculture progressiste est moins répandue dans les Pyrénées que dans les Alpes.

### III. *Plateau central*

La région apicole que nous désignons ainsi est formée principalement par l'unité géologique si bien caractérisée à laquelle on donne ce même nom de Plateau central. Nous y ajoutons au sud (du côté de Millau et de Saint-Affrique) une portion constituée par des terrains jurassiques dont l'altitude nécessite cette adjonction; nous y rattachons pour la même raison les Cévennes et la Montagne Noire. Le Morvan y est également adjoint.

Chacun sait qu'il y a de nombreux points de ressemblance entre l'Auvergne ou le Limousin et la Bretagne (population, nature du sol, etc.). En particulier, au point de vue qui nous occupe, un point très important à signaler est la culture du sarrasin dans une grande partie de l'Auvergne et des régions avoisinantes; on en trouve beaucoup aussi dans le Morvan.

C'est donc cette plante qui caractérise l'apiculture du Plateau central.

L'apiculture est encore assez arriérée dans bien des parties du Plateau central; cependant on peut dire qu'elle est en progrès.

### IV. *Jura*

Dans le Jura, le Sainfoin, le Trèfle blanc, la Luzerne et l'Acacia, là où il existe en assez grande quantité, sont les principales plantes donnant du miel de première qualité; dans quelques endroits on trouve du Colza, ressource très appréciable au printemps. Les Pins, Sapins, Mélèzes, Épicéas fournissent un miel inférieur. Le Pissenlit, la Jacée, la Chicorée sauvage, le Bleuet sont des plantes assez répandues et mellifères.

L'apiculture perfectionnée est en progrès et la région compte deux Sociétés d'Apiculture. Mais, dans beaucoup d'endroits, on pratique encore, pour enlever le miel des ruches fixes, l'opération de la *taille*, qui consiste à retourner la ruche et à aller couper au sommet de cette ruche, par conséquent en traversant tout le groupe d'abeilles, les portions de rayons les plus riches en miel. Le miel coule de tous côtés, les abeilles sont furieuses, beaucoup s'engluent et périssent; cet accident peut arriver à la reine et dès lors la ruche devient orpheline; c'est une opération apicole à la disparition de laquelle il faut s'employer activement.

### V. *Vosges*

La région montagneuse des Vosges est peu étendue : elle comprend les environs de Saint-Dié et de Remiremont (terrains granitiques ou grès de Trias). Elle n'a donc qu'un rôle apicole effacé, d'autant plus que l'on n'y trouve aucune grande culture mellifère : pas de Sainfoin, pas de Luzerne, à peine de Sarrasin. Dans les prairies naturelles, les pâturages et les bois, il y a des fleurs mellifères variées qui alimentent les abeilles : Centáurée, Pissenlit, Scabieuse, Mélilot, Framboisier sauvage, Ronce, Myrtille, etc. La Bruyère, très répandue, fournit une miellée d'automne abondante.

## *B*. Pays de plaines

### VI. *Nord*

La région du Nord comprend la Flandre française et l'Artois.

Ce qui caractérise cette région au point de vue apicole, c'est qu'elle est très peu favorable à l'apiculture. Les grandes surfaces cultivées en céréales et en betteraves ne sont à aucun degré mellifères. Un coin un peu plus favorable est le Boulonnais, qui constitue au point de vue apicole, comme au point de vue géographique et géologique, une petite région bien définie. Les environs d'Avesnes, beaucoup plus mellifères que l'ensemble de la région, doivent être rattachés à la région de l'Est.

### VII. *Ouest*

La région bretonne est formée par la partie du massif primaire armoricain située au Nord de la Loire. Elle comprend le Cotentin, une portion du Maine et la plus grande partie de la Bretagne. Elle est limitée par une ligne qui part à peu près de l'embouchure de la Vire, se dirige au sud-est jusqu'à Séez, entre Alençon et Argentan, puis prend la direction du sud-ouest jusqu'à la Loire, un peu en amont d'Angers. Le cours de la Loire forme la limite sud. Nous avons expliqué plus haut les raisons de cette limite méridionale.

Dans la région bretonne, la principale culture mellifère est le Sarrasin. Cette plante produit presque tout le miel du pays, miel tout spécial, brun foncé, ayant un goût particulier qu'il communique au pain d'épice.; car c'est le miel de Sarrasin, à l'exclusion de tout autre, qui entre dans la fabrication de ce produit. Cet emploi assure

au miel breton un débouché important et durable en Belgique et en Hollande.

La miellée de Sarrasin dure assez longtemps, parce que l'épanouissement des fleurs de chaque pied est successif et que les semis sont assez échelonnés, depuis le début de juin jusqu'en juillet. Cette miellée dure de 5 à 6 semaines et comprend les derniers jours de juillet, le mois d'août et, parfois, le commencement de septembre. Ce qui est à redouter pour le Sarrasin, c'est la trop grande sécheresse, qui diminue la taille de l'inflorescence, le nombre des fleurs et, dans chaque fleur, la production du nectar.

En outre, dans les pays de landes, la Bruyère fournit beaucoup de miel; c'est, comme le Sarrasin, une plante donnant une miellée tardive; moins foncé que le miel de Sarrasin, le miel de Bruyère est cependant roux et ne fait pas partie des miels fins. Le Colza, là où il est assez répandu, peut donner du miel blanc, mais, sauf des cas exceptionnels, on n'en obtient pas assez pour en faire une récolte régulière, surtout avec les procédés d'exploitation encore très primitifs employés en Bretagne.

Dans le pays, en effet, d'une manière générale, on a encore recours à l'étouffage des abeilles pour recueillir le miel. Nous ne ferons pas de sentimentalité à cet égard, mais nous dirons que c'est la méthode d'exploitation la moins avantageuse, puisque l'on détruit ainsi une partie de son capital. L'adoption de la ruche à calotte, sans réaliser le maximum du progrès possible, serait un pas en avant, car ce système conserve la vie aux abeilles et fournit un revenu annuel régulier.

## VIII. *Région parisienne*

La région parisienne est limitée : à l'ouest, par la région bretonne jusqu'à la Loire, puis un peu la Loire et le cours de la Vienne; au sud, par le plateau central, auquel nous rattachons naturellement le Morvan; à l'est, par les terrains jurassiques de la Lorraine, c'est-à-dire la ligne qui sépare les affleurements crétacés des affleurements jurassiques. Cette ligne, partant à peu près d'Auxerre, laisse du côté de l'est Tonnerre, Bar-sur-Seine, Bar-sur-Aube, Bar-le-Duc. La limite serait ensuite l'Argonne, puis une ligne à concavité tournée vers l'est de façon à laisser en dehors de la région parisienne une partie du Réthelois et les terrains primaires des environs d'Avesnes. Au nord, la région parisienne est bornée par ce que nous avons appelé la région du Nord.

Au point de vue apicole, ce qui caractérise le mieux l'ensemble

de la région, c'est la culture du Sainfoin; c'est essentiellement cette plante qui fournit la grande miellée. Sans vouloir tracer une ligne de démarcation trop précise, on peut dire que le Sainfoin est extrêmement répandu dans toute la partie de cette région qui se rattache au bassin de la Seine et l'est moins dans celle qui appartient au bassin de la Loire.

Le Gâtinais est le pays qui présente au plus haut degré le caractère spécial de l'apiculture liée à la culture du Sainfoin et le « miel du Gâtinais » est le type du meilleur miel de la France septentrionale.

La région parisienne est assez vaste pour renfermer des pays bien différents, mais nous ne pouvons entrer dans le détail des sous-régions que l'on pourrait y distinguer. Disons seulement que les grandes prairies naturelles de la plaine de Caen, de la Basse-Seine, formées essentiellement de graminées, sont peu favorables à la culture des abeilles. Plus la proportion de diverses plantes mellifères, de la famille des Légumineuses comme la Minette ou de la famille des Composées comme la Centaurée Jacée, est restreinte dans ces prairies, moins elles sont mellifères.

Certaines parties de la Somme, de l'Oise, de l'Aisne, où la Betterave est cultivée en grand, de la Brie ou de la Beauce où les céréales dominent, sont également moins propres à la culture des abeilles que là où domine le Sainfoin.

Au point de vue du mode d'exploitation des ruches, la région parisienne est une de celles où les procédés apicoles modernes sont le plus employés. Des Sociétés d'apiculture à Paris, en Champagne, dans la Haute-Bourgogne, dans la Beauce, dans la Somme, dans l'Aisne, sont les agents efficaces des progrès apicoles faits durant ces vingt dernières années.

## IX. *Est*

La région de l'Est, séparée de la région parisienne par la ligne que nous avons indiquée plus haut, comprend la partie haute du cours de la Seine et de quelques-uns de ses affluents, directs ou indirects (Armançon, Aube, Ornain, etc.), ainsi que les pays arrosés par la Meuse, la Meurthe et la Moselle, abstraction faite de la portion des Vosges que son altitude fait classer dans les pays de montagnes. Géologiquement parlant, cette région de l'Est est constituée essentiellement par la plaine jurassique de Lorraine et, dans sa partie nord, par les terrains primaires qui se rattachent à l'Ardenne.

Le pays est en général très favorable à l'apiculture. C'est le Sainfoin qui donne la principale récolte du miel; mais, en outre, dans l'Est, la Luzerne est généralement plus mellifère que dans le bassin parisien; les prairies naturelles contiennent une assez grande quantité de plantes à nectar. La Minette, le Lotier, la Centaure jacée, le Mélilot jaune, qui pousse fréquemment dans les Avoines, le Bleuet, qui vient dans les Blés, fournissent un appoint important.

Les environs d'Avesnes présentent une particularité intéressante. Une plante mellifère qui généralement ne se trouve que çà et là dans l'herbe, le long des chemins, y est cultivée sur de grands espaces et joue un rôle important dans la production de miel du pays; c'est le *Trèfle blanc*.

L'apiculture progressiste est très en honneur dans l'Est : cela est dû, surtout, à l'action des Sociétés d'apiculture de la Meuse et de l'Est.

### X. *Sud-Ouest*

La région du Sud-Ouest est limitée par la Loire et la Vienne, puis par le plateau central et les hauteurs qui séparent l'Ariège de l'Aude. et enfin par la région pyrénéenne étudiée précédemment. Elle comprend essentiellement la Vendée, la plus grande partie du Poitou, la région des Charentes, la vallée de la Garonne et les Landes.

Dans le Poitou et les Charentes, c'est le Sainfoin qui domine, dans la vallée de la Garonne, c'est surtout la Luzerne; ces plantes donnent un miel de couleur toujours assez pâle et excellent de goût. La principale plante nectarifère des Landes est la Bruyère.

L'ensemble de la région est très favorable à l'apiculture et relativement moins bien exploité que d'autres régions du pays.

### XI. *Vallées de la Saône et du Rhône*

Cette région est limitée au nord par la région de l'Est; à l'ouest. par la ligne des hauteurs qui bordent la rive droite de la Saône et du Rhône, depuis les collines de la Côte-d'Or jusqu'aux Cévennes; à l'est, par le Jura et les Alpes; au sud, par la région méditerranéenne. Elle s'arrête donc sensiblement aux environs de Valence et ne comprend pas la basse vallée du Rhône.

Cette région, dans son ensemble, est une des moins mellifères de France; les parties plantées en vignes sont dépourvues de toute valeur mellifère. Sainfoin et Luzerne sont les plantes mellifères les plus précieuses, mais elles sont loin d'occuper une surface relative-

ment aussi grande que dans plusieurs des régions étudiées précédemment. Dans la Bresse, le Sarrasin joue un rôle important et le miel qu'il produit trouve un débouché dans la fabrication du pain d'épices de Dijon.

### XII. *Région méditerranéenne*

La région méditerranéenne est caractérisée par une Flore toute spéciale, dont l'Olivier est un des principaux représentants. Elle comprend la bordure de la Méditerranée jusqu'à une certaine distance dans l'intérieur des terres. Précisons davantage. La ligne qui la limite part de la frontière italienne au nord de Menton et se dirige vers l'ouest jusque près de Carpentras, tout en ayant formé une sorte de golfe en remontant un peu le long de la vallée de la Durance. Cette ligne se dirige ensuite vers le nord jusque près de Die, traverse le Rhône en aval de Valence, suit les Cévennes, comprend Carcassonne dans les régions méditerranéennes, contourne un contrefort avancé des Pyrénées et vient finir près de Port-Vendres.

Ajoutons que la Corse doit être considérée comme faisant naturellement partie de la région méditerranéenne.

Il est facile de reconnaître, d'après le tracé que nous venons de donner, que la région méditerranéenne empiète un peu sur la région des Alpes, définie comme nous l'avons fait par la ligne d'altitude de 500 mètres. La partie commune aux deux zones réunit les diverses causes de grande production mellifère, et c'est peut-être de toute la France la partie la plus favorable à la culture des abeilles.

Nous avons déjà dit incidemment que la région méditerranéenne ne présente pas de plante unique de grande culture donnant son caractère au miel de la région; mais elle possède un grand nombre d'espèces spéciales dont beaucoup de la famille des Labiées (Thym, Lavande, Sauge, Romarin, etc.). Ces plantes sont très riches en nectar et fournissent un miel d'un goût très fort qui, à cause de cela, est loin de plaire toujours aux habitants de la France septentrionale, tandis qu'en sens inverse les palais des Méridionaux trouvent très fade le miel du Gâtinais à l'arôme si fin. Le miel de Narbonne est le type du miel du Midi.

Il y a quelques grands apiculteurs dans la région, mais d'une façon générale les procédés apicoles perfectionnés y sont moins généralement connus et pratiqués que dans l'est de la France.

On peut conclure de cette esquisse rapide que la France possède, au point de vue apicole, les ressources les plus grandes et les plus

variées. Avec ses divers miels, elle peut satisfaire à tous les goûts, à tous les besoins, non seulement en France, mais à l'étranger.

Depuis une vingtaine d'années, des progrès très réels et très importants ont été réalisés, mais il reste encore beaucoup à faire :

Propager les méthodes perfectionnées de l'apiculture moderne là où elles sont encore trop peu pratiquées;

Répandre le goût du miel qui, riche en sucre, est un aliment naturel, hygiénique, nourrissant, agréable; faire connaître l'hydromel;

Augmenter beaucoup la production et faire abaisser le prix du miel pour en étendre la consommation dans le pays et ouvrir un champ plus vaste à notre exportation à laquelle les débouchés ne manquent pas;

Augmenter surtout la production de la cire que nous ne produisons pas actuellement en quantité suffisante pour notre consommation;

Adapter au commerce de miel l'idée féconde d'Association en organisant des groupements syndicaux d'apiculteurs, dont le fonctionnement sera également utile aux producteurs et aux consommateurs;

Tels sont les buts que doivent poursuivre les Sociétés d'Apiculture qui ont déjà rendu tant de services. C'est à elles, aux hommes dévoués qui sont à leur tête, d'étendre leur rôle et d'inaugurer une nouvelle phase de progrès apicole.

---

M. Joseph JOÛBERT

à Angers

## LES SOMALIS ET LE SOMALILAND [96:3]

— *Séance du 8 août* —

Les expéditions coloniales que les Anglais ont dû diriger depuis quelques années contre le Mahdi Mohammed ben Abdallah, *the mad Mullah*, qui se donne comme « le Khalife » pour le Somaliland, ont attiré l'attention publique sur ce pays de l'Afrique orientale, encore exploré imparfaitement, assez sauvage, presque inculte, dont les habitants jouissent d'une réputation de férocité et de fanatisme

musulman en aucune façon usurpée, quoi qu'en dise Vivien de Saint-Martin dans sa notice, assurément très savante et documentée, mais au cours de laquelle l'érudit géographe paraît presque enclin à l'indulgence envers ces tribus aux instincts sanguinaires et pillards, comme le fait ressortir avec sa grande compétence M. Gabriel Ferrand, vice-consul de France, dans son récent ouvrage, *Les Çomalis.*

Et, d'abord, qu'entend-on par Somaliland ou pays des Somalis? Voici comment cette contrée est décrite par M. Ferrand, qui la visita lui-même au cours d'une remarquahle exploration (1882-1883).

« Le pays habité par les Africains orientaux de langue çomalie « forme à peu près un triangle rectangle dont les trois sommets « sont : le cap Guardafui, Djibouti, dans le golfe de Tadjourah, et « l'embouchure du Djoubb sur l'Océan indien; Djibouti est le sommet de l'angle droit, et le côté de la mer des Indes l'hypoténuse « du triangle. »

A l'intérieur, les frontières sont vagues, variables, suivant que les Somalis dans leurs luttes continues contre les voisins Gallas ou Abyssins du Harrar empiètent sur des territoires limitrophes des leurs ou au contraire en sont repoussés. D'après M. Levasseur, l'immense triangle qui représente l'aire du Somaliland mesurerait approximativement 712.000 kilom. carrés, superficie équivalente au tiers de celle de la France.

L'*hinterland* est occupé par un immense plateau d'une altitude moyenne de 12 à 1500 mètres, jalonné de pitons, de chaînes et de massifs qui, dit Élisée Reclus, « interrompent la monotonie des « plaines à l'intérieur ».

Au pied de ces escarpements qui viennent aboutir aux falaises, granitiques ou calcaires, coupées de ravins et de cluses, s'espace la plaine maritime où coulent des *ouadis*, desséchés une grande partie de l'année, débordant pendant la saison des pluies.

L'hydrographie, elle aussi, est insuffisamment connue en dehors du Chébéli ou fleuve de *la Panthère*, qui offre ce curieux phénomène de ne pouvoir, malgré son importance, traverser la langue de sable qui le sépare de l'océan indien; puis du Vogal, que Burton identifiait avec le Toug-Dehr; du Darror, auquel Georges Révoil a attaché son nom par son bel ouvrage, *La Vallée du Darror*, et surtout du Djoubb, Djouba ou Djeb, qui marque la limite méridionale du Somaliland.

C'est le roi des cours d'eau de la contrée que ce fleuve au cours

majestueux de 1.000 kilomètres, issu du pays Galla, tributaire de l'Océan Indien, où en 1845, Van der Deken fit naufrage dans les rapides, après avoir réussi le *premier* à en franchir la barre, que l'Américain Chaillé-Long remonta en 1873, jusqu'à 300 kilomètres du littoral et dont les Italiens Ferrandi, Bottego et Ruspoli ont vainement tenté de découvrir les sources.

Quant aux côtes du Somaliland, elles forment, par le littoral du golfe d'Aden (1.100 kil.) et celui de l'Océan Indien (2.200 kil.), les deux côtés de l'immense triangle désertique, vaste « corne » géographique, dont l'extrémité est figurée par le cap Guardafui, le cap « des Aromates », des Anciens, le *Ras Asir* des Somalis, qui s'enfonce comme un coin dans la mer, dressant presque à pic au-dessus des flots courroucés sa formidable falaise de 238 mètres, cap rocheux très redouté des navigateurs, trop fréquenté par les corsaires.

Significatifs sont les noms que portent les diverses parties du littoral, sur l'Océan Indien, à partir de la presqu'île quadrangulaire du ras Hafoun, à 10 milles au sud du cap Guardafui, et, lui, le promontoire le plus avancé à l'est, dans la mer des Indes : c'est le Barr-el-Khazaïn, ou *Pays des Rochers*, avec ses falaises coupées de ravins: c'est le Sif-el-Taouïl ou *Plage longue*, aride et pierreuse pendant 250 kilomètres, à laquelle succède une côte à falaises sablonneuses jusqu'à l'embouchure du Djoubb; c'est le Barr-el-Benadir ou *Pays des Ports*, ainsi dénommé pour la succession des petites villes maritimes qu'on y rencontre : Ouarchek, Magadoxo, fondé par les Arabes au IXe siècle, qui avait atteint un haut degré de prospérité et se trouve souvent cité dans les glorieuses annales de l'épopée des *Descobridores* illustres du Portugal, Merka, Braoua et Kismayo, principal débouché du fleuve Djouba.

Dans la région septentrionale, sur le golfe d'Aden, les villes maritimes sont à la fois, en général, plus peuplées et plus importantes comme trafic.

D'abord nous trouvons, en territoire français, Djibouti, sur la côte méridionale de la baie de Tadjourah, il y a 20 ans simple entrepôt pour les caravanes du Harrar et du Choa, qui, en 1897, n'était encore qu'un grand village indigène, mais aujourd'hui devenue ville de 12.000 habitants, sur lesquels 1.000 Européens, avec de beaux édifices publics, des communications télégraphiques et téléphoniques, tête de ligne du chemin de fer du Harrar, qui a supplanté sa voisine Obock comme chef-lieu de notre colonie et semble appelé à un grand avenir commercial. Le capitaine russe Arnoldi, qui a visité la ville naissante, il y a quelques années, a déclaré que Djibouti a une

importance stratégique bien supérieure à Aden et à Périm, mais à condition de la fortifier, et un correspondant anglais, parcourant l'Afrique orientale, disait récemment que Djibouti, avec son port éclairé à l'électricité, est en train d'éclipser Aden comme escale et station maritime.

Tandis que Djibouti est de création récente, Zeïla, en territoire britannique, représente le plus ancien des ports somalis. C'est l'antique Αὐαλίτης, μικρὸν ἐμπόριον du Périple de la Mer Érythrée et des Ptolémées, le *Zâlegh* dont parlent les auteurs arabes; lorsque M. Ferrand visita la ville en 1883, pendant l'occupation égyptienne, elle comptait alors 4.000 habitants; elle manque d'eau; quant aux mouillages, « elle a deux ports, dit Élisée Reclus, l'un que fréquentent « les barques, mais où ne peuvent mouiller les navires, l'autre où « les bâtiments trouvent un abri parfaitement sûr; mais ce havre « est assez étroit. » Un peu plus loin, on rencontre Doungareïta, petit port longtemps objet de litige entre la France et l'Angleterre, mais que la convention franco-anglaise de 1887 a abandonné à la Grande-Bretagne. Boulhar, au pied du mont Elmes, est un marché fréquenté, mais d'un mouillage dangereux.

Berbera, ancienne cité arabe, munie par le gouvernement égyptien d'un phare et d'un wharf, a été reconstruite sous l'occupation anglaise après un incendie qui l'avait détruite en 1888; sa foire à une grande importance et la population s'élève à 30.000 habitants.

Il n'y a plus guère à citer que Merayah, petite ville commerçante, et Bender-Aloula, au centre d'un pays de pirates et résidence de prédilection du sultan des Medjourtines.

Les deux seules villes de l'intérieur dignes de ce nom sont : Barderû, centre religieux très important à 300 kilomètres de l'embouchure du Djouba, et Logh, 75 kilomètres plus au nord. Le baron van der Deken paya de sa vie, en 1865, sa curiosité de visiter la mystérieuse Barderû.

Que dire de la faune et de la flore du Somaliland? L'une et l'autre sont pauvres, le sol étant pierreux et manquant de terre végétale et d'eau. Sur les monts de la Medjourtine on trouve beaucoup d'acacias, d'euphorbes, d'arbres à gomme et à encens; par-ci par-là se rencontrent quelques bouquets de dattiers et de palmiers *doum*. Dans les fissures des roches nues on découvre aussi parfois l'*olibanum* ou *boswellia*, dont les racines adhèrent avec la ténacité du lierre. Dans l'intérieur, les animaux domestiques forment la principale ressource des tribus nomades. L'éléphant, lui, se montre sur les pentes escarpées du mont Gan Libach ou encore sur les rives

de l'Ouébi; on entend le rugissement du lion à travers les steppes de l'Ogaden; la hyène, le léopard, le chacal et autres félins abondent dans les brousses; les gazelles et les antilopes passent rapides sur les hauts plateaux, tandis qu'alertes comme des écureuils les *macrocélides*, que Révoil appelle « des rats à trompe », courent sur les rochers.

Pour un aussi vaste pays, le commerce est assez limité; il se fait surtout dans les ports de la partie septentrionale par l'intermédiaire des trafiquants arabes ou banians et consiste en gomme, myrrhe, encens, nacre, perles, écaille, plumes d'autruche, un peu d'ivoire, de l'indigo ou *ellan*, qu'apportent aux *doukans* ou comptoirs de la côte les caravanes de l'intérieur.

Comment donner, même approximativement, le chiffre de la population de tribus nomades, flottantes, disséminées sur d'immenses espaces? Vivien de Saint-Martin indiquait, sous toute réserve, le chiffre de 1.000.000 d'indigènes tandis que Révoil, lui, n'estime le nombre des habitants peuplant maigrement les contrées qu'il a visitées qu'à 30.000.

Quant à l'anthropologie, les opinions sont fort diverses et on serait tenté de répondre, avec Vivien de Saint-Martin, négativement à la question fort intéressante que pose ce géographe : « Existe-t-il un type somali ? »

Metchikof dit que l'unité ethnique des Somalis est très relative: Élisée Reclus déclare qu'il n'y a point de types communs à tous les Somalis et Révoil constate que c'est chez les Medjourtines, au sud du cap Guardafui, que se trouve le type le plus pur de la race somali. Paulitschke ne voit dans les Somalis que des Gallas fortement mélangés de sang arabe, peut-être même nègre.

M. Deniker, lui, dans son ouvrage *les Races et les Peuples de la Terre*, classe les Somalis dans le groupe éthiopien ou *Kouchito-Khamite*, dont les Gallas représentent le type le plus pur.

Les Somalis se divisent et se subdivisent en nombreux clans, *rer* ou *fakida*; toutefois, M. Ferrand estime qu'on peut partager toutes les tribus en quatre groupes :

I. Les Somalis du Nord, parmi lesquels on remarque surtout les Issas, très adonnés à la razzia et comprenant, dit Burton, 100.000 guerriers, mais tous fantassins; ensuite les Dolhobantes, au contraire, excellents cavaliers; puis les Medjourtines qui, d'après le colonel Graver, réunissent 100.000 indigènes répandus sur un territoire de 100.000 kilomètres carrés, dont la région du nord est le pays aromatique par excellence.

Les Medjourtines sont gouvernés par une monarchie héréditaire, dont le sultan porte le nom de *boghor*.

II. Deuxième groupe : Somalis du Harrar, dont la principale tribu celle des Guerri, compte 5.000 guerriers et possède 150 villages.

III. Les Somalis de l'Ogaden où de l'*Hinterland*, qui comprennent les Miraouâl et les Mekaboul, dont le fanatisme et la barbarie sont extrêmes.

IV. Les Somalis du Sud ou de la côte des Benadir, qui se composent de deux groupes : les Haouya et les Rahanouin ou Sab, subdivisés en nombreux clans.

M. Ferrand a tracé un curieux portrait de l'indigène du Somaliland. « Pasteur, dit-il, chamelier, bandit, chasseur à ses heures et « suivant les saisons, le Somali vieillit, considéré, s'il a de nombreux « fils, illustre, s'il a tué de nombreux hommes. Il devient, dans ce « dernier cas, un des chefs du clan, puis un des conseils de la tribu. »

Les Somalis se marient, en général, dans leur tribu ; la future épouse s'achète et le prix varie de 50 à 3.000 francs, capital représenté par un certain nombre de chamelles ou de chèvres. La polygamie est considérée comme un luxe qui est réservé aux riches. La stérilité est regardée comme une tare ; la naissance d'une fille passe inaperçue ; à l'âge de huit ans la future femme est circoncise et soumise aux cruelles pratiques de l'*infibulation*.

Naît-il un fils dans la famille, on célèbre au contraire ce joyeux événement par de copieux festins et des danses prolongées ? Jusqu'à l'âge de la puberté, le garçon va nu partout. « Au camp, dit M. de « Poncins, il apprend la liste des ancêtres, regarde l'homme qui « forge un fer de lance ou un couteau avec des pierres plates. « ... Vers quinze ans il commence à porter une lance, un couteau, « un bouclier, à mesure qu'il peut se les procurer. »

Le jeune homme est alors tenu d'établir sa qualité en tuant un éléphant ou plutôt un lion et surtout un homme d'une tribu ennemie. Quand il revient ayant accompli son meurtre, on entonne des chants en son honneur ; il reçoit de la part des femmes une ovation enthousiaste. « C'est, a écrit avec indignation M. Ferrand, l'apothéose du « guet-apens et du crime le plus barbare et le plus odieux ! »

Après la mort du guerrier et du chef de clan, des pierres sur sa tombe indiquent le nombre des ennemis qu'il a tués ; c'est là son titre de gloire aux yeux de la postérité !

Les Somalis ont la passion des chants et des danses, auxquelles ils se livrent avec ardeur le soir dans leurs campements. Leurs composition poétiques, que Paulitschke a étudiées dans son ouvrage

*Ethnographie Nordost Africa's, die geistige Cultur der Danâkil, Galla und Somâl*, ainsi que Fred. Hunter dans son volume *A grammar of the Somali language*, comprennent des romances sentimentales, des chœurs à l'unisson, des chants de danses, des chansons érotiques, des lamentations, des sortes d'élégies farouches et très carastéristiques.

Quant au costume des Somalis, il a, d'après Révoil, une singulière analogie avec le *sagum* des Grecs et des Romains. Hommes et femmes se drapent dans une sorte de pagne de cotonnade ; pour les nomades ce vêtement est en peau agrémenté de franges : il s'appelle *keïran* pour l'homme et *dou* pour la femme. Le guerrier a comme principale parure un petit sachet de cuir, *makaouï*, renfermant une amulette en ambre, puis une bague cachet ou *katoun*, des peignes en bois, *fidin*, des plumes d'autruche dans les cheveux, *bâl*. Pour les femmes les principaux bijoux sont : les peignes, *sakafa*, des boucles d'oreilles, *sélansil* et *konred*, le grand collier d'argent, *djïlbet*, enfin des bracelets de poignet, *bindjiri* ou de coude, *sounoud*.

Les Somalis sont essentiellement nomades, habitude qui tient à la fois à la nature même de la contrée, couverte de vastes steppes plus ou moins incultes et à leur caractère ethnique, les indigènes d'une paresse innée ayant un profond mépris pour tout travail manuel et n'aimant que la chasse et la guerre ou plutôt la razzia. Révoil cite des nomades qui vivaient, à l'instar de troglodytes, à l'abri de rochers fermés par des amas de branches. — Au cours de son voyage dans l'Ogaden, le prince Ruspoli, destiné à une fin tragique, écrivait :

« La plus grande partie de la population est nomade, adonnée à « l'élevage des bestiaux ; les villages des sédentaires sont rares. »

Passons-nous à la géographie politique : trois puissances européennes ont fait acte de souveraineté territoriale au Somaliland : la France, l'Angleterre et l'Italie.

Le traité du 11 mars 1862 avait déjà donné Obock à la France, qui en 1888 prenait possession de Djibouti. Le traité du *2 février 1888* fixa les frontières des territoires coloniaux des gouvernements de la République française et de la Grande-Bretagne qui, elle, dès que l'Égypte eut retiré ses troupes des ports somalis du golfe d'Aden, avait placé des garnisons anglaises, en 1884, à Zeila et à Berbera.

Quant à l'Italie, elle débuta par la côte haouya et le drapeau de la Maison de Savoie fut d'abord arboré à Obbia en 1888 ; puis le protectorat du royaume fut successivement étendu à Kismajo, Ouar-

cheikh, Braoua, Marka et Magadoxo. Les sphères d'influence des deux puissances, l'Angleterre et l'Italie, furent fixées par les conventions des 24 mars et 15 avril 1891 et du 5 mars 1894; enfin, le traité anglo-éthiopien du 28 juillet 1897 détermina les limites des possessions anglaises et des territoires dépendant du Négus d'Abyssinie au Somaliland.

En résumé, la France ne détient qu'une petite partie du Somaliland; l'Angleterre, elle, a proclamé sa souveraineté sur la côte d'Aden de la frontière française jusqu'au 47e méridien, et la domination italienne s'étend des limites des territoires britanniques sur une bande de terrain de 200 kilom. de large jusqu'à l'embouchure du fleuve Djouba, dont elle suit le cours jusqu'à Logh dans l'intérieur.

La France, l'Angleterre et l'Italie ont reconnu le reste des territoires somalis comme dépendance de l'Empire du Négus.

L'espace nous manque pour faire l'intéressant historique des explorations au Somal, que les anciens Égyptiens appelaient *pays de Pount* et dont les premières notions ont été fournies par les curieux bas-reliefs décorant les murailles de Deïr-el-Baharri à Thèbes et relatives à l'expédition maritime envoyée sous Thoutmès III (XVIIIe dynastie) par la régente Hatchopsitou.

Laissant de côté les missions hydrographiques des capitaines de la marine anglaise Owen et Buttler, en 1823, et du lieutenant Cruttenden, en 1844-46, sur la côte des Medjourtines, il n'est que juste de reconnaître que l'honneur des premières explorations fructueuses sur le littoral somali revient à un Français, le capitaine Guillain, commandant le brick le *Ducouëdic*, qui visita, 1846-48, les baies au nord et au sud de ras H'afoun et dont les renseignements très consciencieux sont consignés dans son ouvrage intitulé : *Documents sur l'histoire, la géographie et le commerce de l'Afrique orientale.* En 1861, le capitaine Fleuriot de Langle, commandant la *Cordelière*, compléta les utiles indications relevées par son prédécesseur, notre compatriote.

En 1855, Burton, le camarade de Speke, a consigné ses observations sur le Somaliland dans son ouvrage : *First footsteps in east Africa or an exploration of Harrar.* Citerons-nous encore le lieutenant Speke, dont le journal de route est à consulter (1854-55), Heuglin (1857), le Père Léon des Avranchers, le baron Van der Decken (1864-65), qui essaya courageusement de pénétrer dans l'Hinterland en remontant le cours du Djouba et périt victime de son audace d'explorateur. Nommons encore le capitaine Miles (1871), le botaniste Hildebrandt (1875), Haggenmacher (1874), qui s'aventurèrent dans

le pays des Ouarsanguélis et dans l'Ogaden; le colonel américain Chaillé-Long qui, lui, a pu remonter le cours du Djouba. jusqu'à 280 kilomètres environ de son embouchure.

Mais assurément, le voyageur dont les travaux opiniâtres et si courageux ont le plus contribué à nous faire connaître la contrée est Georges Révoil. qui a effectué au Somaliland trois explorations : d'abord en 1877-78, une seconde fois en 1878, puis en 1880, visitant les ports tant du golfe d'Aden que ceux au sud du cap Guardafui et même poussant des pointes hardies dans l'intérieur. G. Révoil a relaté les résultats de ses belles explorations dans trois ouvrages : *Voyage au cap des Aromates, la Vallée du Darror* et *Faune et flore des pays somalis.*

En 1883, un négociant italien, Sanoni, tentait de visiter l'Ogaden; en 1885, Paulitschke, à la suite de son voyage de Zeïla au Harrar, écrivait son savant ouvrage : *Reise nach Harrar und in die nördlichen Galla-Länder.* James a publié, en 1888, le récit d'une exploration dans l'Ogaden sous le titre pittoresque : *The unknown horn of Africa, « La Corne inconnue de l'Afrique ».*

Enfin, depuis que la Croix de Savoie a été arborée sur une partie de la côte somali, longue déjà est la liste des intrépides explorateurs italiens, trop souvent hélas ! ayant payé leur courage au prix de leur vie, qui ont largement contribué à étendre les connaissances trop ncomplètes que nous avions sur ce pays, par exemple le capitaine Ugo Ferrandi (1886-1892-1895), en 1890 le capitaine Baudi di Vesme, l'ingénieur Bricchetti-Robecchi, en 1892-93 les capitaines Bottego et Grinoni, dont les expéditions explorent le fleuve Djouba, en 1894 le capitaine de frégate Incoronato, en 1896 le lieutenant de vaisseau Mamini.

L'Angleterre aussi fournit un contingent de hardis explorateurs avec le capitaine Dundas (1891), Parkinson et Bramder-Durbar en 1896, qui de Berbera gagnent Bohotle, et M. Aylmer qui contourne cette même année le mont Doubar.

Enfin un autrichien, le comte Édouard Wickenburg, à la suite de son voyage de Berbéra jusqu'à l'Ogaden, a fait paraître le récit très intéressant intitulé : *Wanderungen in Ost-Africa.*

Le Somaliland, somme toute, n'est encore connu que d'une façon incomplète et insuffisante, et cela tient au caractère farouche et au fanatisme exalté de ses habitants, qui ont massacré tant de voyageurs. Cruellement longue, en effet, est la liste de ces audacieux explorateurs, tels que Burton, van der Decken et ses compagnons, Kinzelbach, Haggenmacher, Sacconi, Perro-Ligata et les autres

membres de sa mission, Talmone, le général Cecchi et son état-major, le résident italien de Marka, Trévis, (sans parler de notre agent consulaire à Aden, Lambert, tué en rade de ce port en 1859), tous nobles victimes, la plupart de la science, tombées au champ d'honneur, pour étendre l'horizon de nos connaissances sur cette « corne de l'Afrique » déjà teinte du sang de tant d'héroïques martyrs de la Géographie !

---

## M. Paul LABBÉ

Explorateur, à Paris

### LES PORTS RUSSES EN EXTRÊME-ORIENT[1]

*— Séance du 8 août —*

Sauf Port-Arthur et Dalny, tous les ports russes d'Extrême-Orient sont situés dans la Province Maritime. Cette province est immense, elle a une superficie à peu près égale à trois fois celle de la France : 1.562.400 verstes carrées. Son chef-lieu est Vladivostok, ville où réside le gouverneur. Le gouverneur général des trois provinces de l'Amour habite Khabarovsk, au confluent même du fleuve Amour et de l'Oussouri.

La province peut se diviser géographiquement en deux parties distinctes : 1° le bassin de l'Amour inférieur; 2° la région du Kamtchatka et de la mer d'Okhotsk. Dans la première partie s'étend, séparant l'Oussouri de la mer, la chaîne de Sikhété-Aline dont le pic principal ne dépasse pas 1.100 mètres. Les montagnes forment des contreforts escarpés et des falaises abruptes le long de la mer et les torrents qui en descendent tombent en larges et profonds estuaires sur la côte déchiquetée. Quelques-unes des baies, formées par les torrents, sont d'accès assez facile et offrent aux bateaux d'excellents abris et de tranquilles refuges; des navires, même de fort tonnage, peuvent mouiller dans les baies de Sainte-Olga, de Port-Impérial et de Castries.

Il existe un service de bateaux, en été, entre Vladivostok et le Kamtchatka : les bateaux qui appartiennent à la Compagnie russe dite : « de Mandchourie », font escale dans la baie de Sainte-Olga,

puis devant le poste de Korsakov, au sud de l'île de Sakhaline; ils s'arrêtent ensuite sur le continent, dans la baie de Port-Impérial, qui n'a d'impérial que le nom, puis à Alexandrovsk, ville principale de l'île de Sakhaline, et enfin sur le continent, dans la baie de Castries. à Nikolaïevsk, dans l'estuaire de l'Amour et dans les ports de la mer d'Okhotsk et du Kamtchatka.

Deux fois par an, un bateau de la flotte volontaire, le plus souvent le *Iaroslav* ou parfois le *Nijni-Novgorod*, amènent jusqu'à Alexandrovsk les forçats de la Russie d'Europe.

Des bateaux japonais vont chercher, dans les ports qui viennent d'être cités, des chargements de poisson et des bateaux norvégiens sont affectés au transport du charbon.

Malheureusement la mer est souvent mauvaise et dangereuse, les cartes sont insuffisantes, les côtes parsemées d'écueils et nombreux sont les bateaux qui ont sombré. J'en ai vu quelques-uns qui, désemparés, étaient couchés sur les rochers sur lesquels ils étaient venus se briser.

En été, des vents violents soufflent, les brouillards sont intenses et les courants nombreux. J'en ai fait l'expérience et un capitaine me racontait qu'au mois de septembre dernier, il voyagea plus d'une semaine sans rien voir, enveloppé dans un épais brouillard, entre Vladivostok et Pétropavlosk.

L'hiver, le détroit de Tartarie, qui sépare Sakhaline du continent. est pris par les glaces et, pendant plusieurs mois, on ne le peut traverser qu'en traineaux attelés de chiens. L'entrée du port de Vladivostok est alors pénible, mais non pas impraticable, grâce à un puissant bateau brise-glaces qui travaille constamment.

La population de la province est de 243.140 individus, dont 137.872 Russes, 43.100 (?) Aborigènes, 25.655 Coréens, 38.809 Chinois, 2.168 Japonais, 536 Européens. Il y a presque autant de Japonaises que de Japonais dans la Province Maritime, mais cette égalité n'existe pas pour tous, car il n'y a sur 100 Russes que 32,7 femmes pour 67,2 hommes, et pour 100 Chinois, 0,9 femmes pour 99,1 hommes. La population des ports principaux augmente tous les ans,

| | | |
|---|---|---|
| Vladivostok. . | 30.847 | habitants |
| Nicolaïcoskri . | 5.322 | — |
| Pétropavlovsk. | 401 | — |
| Okhotsk . . . | 273 | — |

Le commerce maritime se développe très rapidement. En 1891, les marchandises furent apportées à Vladivostok par 153 navires; il en

vint 267 en 1896, 299 en 1898 et près de 400 en 1902. La ville s'agrandit et s'embellit de jour en jour; je l'ai visitée en 1899 et, en 1901, en deux ans elle avait pris un aspect vraiment imposant : le port, vaste, bien abrité, est formidablement défendu et la ville s'élève en amphithéâtre dans un site admirable.

Il est entré, l'an dernier, près de 19 millions de pouds de marchandises : il n'y en eut que 7 millions en 1891 et moins d'un million en 1888. Ces chiffres montrent la progression constante et l'importation actuelle du commerce à Vladivostok. Je rappelle qu'un poud est égal à 16 kil.

On a publié une statistique très triste pour nous, qui répartit ainsi les marchandises importées :

| | |
|---|---|
| Russie d'Europe . . . . | 32,5 % |
| Allemagne . . . . . . . | 28,9 % |
| Norvège . . . . . . . . | 17 % |
| Angleterre . . . . . . . | 10,6 % |
| Japon . . . . . . . . . | 6,6 % |
| Amérique . . . . . . . | 2,2 % |
| Danemark . . . . . . . | 1 % |
| Autriche . . . . . . . . | 0,9 % |
| Corée . . . . . . . . . | 0,2 % |

Cette statistique — la dernière publiée de ce genre — date déjà de 1899 et je crois que depuis la part de l'Amérique et celle du Japon ont sensiblement augmenté; mais ce qui est grave, c'est que la France n'y figure pas. On ne voit jamais un bâtiment français dans les ports russes d'Extrême-Orient et un employé du port me demandait l'an dernier, malicieusement peut-être, quelles étaient les couleurs du pavillon français.

Il ne faut d'ailleurs presque jamais prendre au pied de la lettre les statistiques les plus rationnellement établies. Si l'on visite les magasins de Vladivostok, on s'aperçoit qu'on y peut trouver un certain nombre de produits français, des vins, des liqueurs et de la parfumerie; les statistiques ont donné à ces marchandises la nationalité du bateau qui les apportait. Malheureusement, trop souvent, les étiquettes en langue française cachent des produits de contrefaçon russe, allemande, américaine ou même japonaise, qui sont vendus très cher, qui sont mauvais et qui compromettent notre commerce en Extrême-Orient.

Les Français qui s'intéressent à notre commerce d'Extrême-Orient avaient espéré que les Messageries maritimes, bien inspirées cette fois, se décideraient à ouvrir une agence à Vladivostok : les bateaux

français eussent trouvé là des passagers et des marchandises, car ils sont à tous points de vue meilleurs que les bâtiments de la Flotte volontaire. Il serait peut-être déjà trop tard pour créer cette agence. Actuellement, notre situation dans l'Extrême-Orient russe est déplorable; on n'a pas même à compter avec nous, nous n'existons pas et, dans le pays voisin, au Japon, nous ne comptons plus guère : nombreux sont ceux qui croient au Japon, en Corée et même en Extrême-Sibérie, que la France n'est plus qu'une nation de second ordre et on ne s'est pas toujours gêné pour me le répéter.

Dernièrement encore, un journal de Vladivostok donnait la preuve qu'on n'avait plus guère confiance en nous. Il relatait les efforts que je faisais pour faire comprendre aux maisons françaises l'intérêt qu'elles auraient à travailler en Sibérie : j'avais dit que j'espérais que notre situation s'améliorerait enfin et le journal concluait :

« M. Labbé a l'espoir robuste, ou bien il tient à se payer d'illusions! »

Pourtant, une grande maison française d'importation et d'exportation vient d'ouvrir des comptoirs en Extrême-Orient russe : un essai fait à Irkoutsk, et qui avait réussi, l'a décidée à établir des succursales à Port-Arthur et à Vladivostok.

En outre, un voyageur connu est en ce moment à Kharbine et, muni de gros capitaux, veut y fonder une importante affaire.

C'est une joie de constater enfin que des hommes intelligents et travailleurs vont rendre à notre commerce son vieux renom d'honnêteté et de bon goût, que lui avaient fait perdre en Asie des voyageurs de commerce peu scrupuleux.

Un Français avait voulu fonder une grande fabrique de conserves au Kamtchatka, il est mort accidentellement, mais son idée sera peut-être reprise et perfectionnée; c'est un Français qui va devenir l'intermédiaire entre les pêcheurs russes du bassin de l'Amour et les marchands japonais. C'est à Nikolaievsk qu'il fera ses achats. Il y a eu, l'an dernier, près de 100 bateaux dans ce port où environ 3 millions de pouds de marchandises ont été importées. L'exportation n'est pas ce qu'elle devrait être; les richesses poissonnières sont très grandes dans la région, mais inférieures pourtant encore à celles du Kamtchatka et de l'île Sakhaline. Il n'entre guère pourtant à Okhotsk et à Petropavlovsk que 25 bateaux par an. Ils transportent du charbon, chargent du poisson et des fourrures; c'est, en effet, dans ces parages que les zibelines sont les plus belles et que vivent les loutres marines les plus réputées. La pêche à la baleine est faite par les Japonais et par les Américains. Les baleines ne sont

généralement pas très grosses, mais elles sont nombreuses. A Sahkaline, par exemple, j'en ai vu à chacun de mes passages dans la baie de Korsakov.

Plusieurs lignes de bateaux réunissent Vladivostok et Port-Arthur. La flotte volontaire, dont les bateaux partent d'Odessa, va d'une ville à l'autre avec escale à Nagasaki; les bateaux dits du chemin de fer de Mandchourie, car ils ont été créés pour apporter les matériaux de constructions, vont eux aussi d'un port à l'autre, en s'arrêtant à Gensane, à Fousane, à Nagasaki, à Tchemoulpo, à Tchéfou et à Changhai; la Compagnie japonaise de Nippon Yusen Kaisha fait escale dans les mêmes ports que les précédents.

La Russie a maintenant, au sud de la Mandchourie, deux ports auxquels vient aboutir la ligne magistrale d'Asie : Dalny, la ville de commerce, et Port-Arthur, le port de guerre.

L'emplacement de Dalny se trouve au bord du vaste golfe de Talienvan, à l'abri des vents violents et des tempêtes. La ville est loin d'être complètement construite; elle est divisée en trois quartiers : le quartier administratif, le quartier commercial européen, le quartier commercial chinois. Le premier, seul, est à peu près terminé : les rues sont macadamisées, une canalisation a été établie à grands frais; les maisons, en pierres, sont entourées de jardinets.

Pour les autres quartiers, le nivellement est à peine achevé, mais, quelle que soit l'importance du travail dans la ville même, il n'est rien en comparaison de celui qu'on a entrepris dans le port.

Le port de Dalny, quand les travaux entrepris seront finis, occupera une étendue égale à celui du port d'Odessa. Dans sa plus grande partie, le bassin sera approfondi au moyen de dragues et on lui donnera une profondeur de 28 pieds à marée basse, ce qui est suffisant pour les très gros bateaux; le reste du bassin aura 18 pieds de profondeur, ainsi qu'il convient pour les bateaux de cabotage.

Au moment du départ de M. Vitte, — car je prends ces chiffres dans son rapport — les dragues avaient déjà fait la moitié de leur travail : les môles étaient assez grands pour permettre à huit grands vapeurs et à quinze caboteurs d'accoster.

« C'est dans un an, dit le ministre, que Dalny possédera toutes conditions voulues pour que la vie du port et celle de la ville puissent commencer. »

Pour approvisionner le port, on va faciliter l'importation à Dalny de la houille provenant des gisements de la Mandchourie du sud. Certains industriels avaient voulu y envoyer du charbon de l'île

Sakhaline; mais celui-ci est, quoi qu'on en dise, de qualité inférieure. il flambe plutôt qu'il ne brûle et a causé, notamment au bateau *Soungari*, des accidents et des incendies.

On a vendu des lots de terrains à des particuliers. afin d'attirer le plus grand nombre de commerçants possible. Enfin, dans leur ensemble, les dépenses occasionnées par la création de Dalny s'élèvent à près de 19.000.000 de roubles; mais, d'après M. Vitte, qui ne peut s'y tromper, elles dépasseront de beaucoup ce chiffre. On a d'ailleurs, en Mandchourie, toujours dépensé sans compter : on espère pourtant que les ventes de terrains viendront amoindrir notablement les dépenses. Au mois de novembre, on a vendu aux enchères 425.027 roubles de terrains, à 25 roubles la sagène carrée. On se propose d'en vendre encore et, si le prix de la sagène restait à 25 roubles, ce qui est un minimum, le produit de la vente nouvelle dépasserait 15 millions de roubles. Or, l'étendue des terrains désignés pour la vente prochaine représente seulement le quart du territoire qui sera vendu par la suite.

On peut donc dire que Dalny, ville créée de toutes pièces par la Russie, est appelée à devenir le grand port du commerce russe d'Extrême-Orient. Elle a sur Vladivostok deux avantages : elle est placée plus au sud que sa rivale et n'est jamais encombrée par les glaces.

La ville de Vladivostok s'est émue de tout ce qu'on faisait pour Dalny et elle avait de bonnes raisons pour s'émouvoir. Les commerçants ont pensé qu'ils seraient vite ruinés par ceux de Dalny, surtout maintenant que Vladivostok a cessé d'être port franc.

M. Vitte s'est occupé de cette question; mais on sent que, quel que soit son désir de rester impartial, il est tout acquis à Dalny. Il pense pourtant, et avec raison, que l'avenir économique et commercial de la Russie est en Extrême-Orient et que, dans les vastes possessions russes, baignées par le Pacifique et les mers qui en sont tributaires, il y a place pour plusieurs ports importants. Vladivostok ne pouvait suffire aux besoins et aux ambitions de la métropole; la ville est trop loin des mers de Chine, près desquelles doivent s'établir les nations européennes désireuses de jouer un rôle en Extrême-Orient.

Le ministre, d'ailleurs, est plein de mépris pour les critiques trop intéressées et pour les rivalités de clocher : ce sont là des choses temporaires et partant secondaires, « car, dit-il, l'histoire compte par siècles et non par années ».

Port-Arthur n'est pas très loin de Dalny : le voyageur qui y arrive

est un peu déçu tout d'abord; on parle tant du port de guerre russe, qu'on s'attend à quelque chose de formidable, et à vrai dire Port-Arthur ne semble pas être encore la forteresse inexpugnable dont on a tant parlé. La ville est sale et malsaine et les Chinois et les Européens y vivent dans des conditions d'hygiène déplorables. On y travaille beaucoup et en silence, et sur ce point le rapport de M. Vitte est presque muet et n'a rien révélé. Quand je suis passé en Mandchourie en mars 1902, les travaux du port n'étaient pas terminés, loin de là, et il me fut facile de comprendre combien était naturelle et justifiée l'émotion causée dans les milieux russes bien renseignés par l'alliance anglo-japonaise. Cette émotion régnait aussi bien dans le haut commandement de Mandchourie que dans les sphères officielles de Saint-Pétersbourg; on ne se sentait pas prêt et l'on craignait une démonstration japonaise qui retardât de quelques années ou compromît peut-être même l'œuvre entreprise par la Russie. La grande majorité des Russes, la presque unanimité des Russes, ne partageait pas cette émotion et s'en serait étonnée si elle l'avait remarquée. Le Russe ne connaît pas son voisin et le Japonais lui semble être un enfant qu'il sera facile de corriger à la première occasion.

La Russie répondit à l'alliance anglo-japonaise par la convention russo-chinoise, qui fut faite pour gagner du temps. Elle est restée fidèle à ses projets et toute sa politique d'Extrême-Orient est admirable de hardiesse et admirable de logique. Elle sait que le temps travaille pour elle et elle travaille avec le temps.

Les Japonais, qui ont accueilli comme une victoire la convention russo-chinoise, commencent peut-être à changer d'avis. Ils pourraient d'ailleurs apprendre de leurs amis les Anglais, qui occupent toujours l'Égypte, quelle est la valeur diplomatique d'une promesse d'évacuation.

---

# M. J. CURIE

Lieutenant-Colonel du Génie en retraite, à Versailles


## REPRÉSENTATION PROPORTIONNELLE. — COMPARAISON ENTRE LA PROPOSITION DE LOI RÉDIGÉE EN AVRIL 1903 PAR LA LIGUE POUR LA REPRÉSENTATION PROPORTIONNELLE ET LA SOLUTION PROPOSÉE DEPUIS 1888.

— *Séance du 6 août* —

Pour être en mesure d'apprécier la proposition de loi arrêtée en avril 1903 par la Ligue pour la Représentation Proportionnelle, je commence par résumer ma solution, qui est rigoureuse et complète. ce qui me permettra, par comparaison, de reconnaître les imperfections de la solution proposée par la Ligue.

Ces imperfections résultent forcément surtout de ce qu'elle propose le maintien de l'article 2 de la loi du 16 juin 1885, qui fixe le nombre de députés dans chaque département à un pour 70.000 habitants et tient compte de tout nombre inférieur à 70.000. On verra plus loin les conséquences de cette disposition défectueuse.

J'expose d'abord ma solution qui évite cette difficulté.

### IDÉE D'ENSEMBLE DE MA SOLUTION

Au lieu de fixer à l'avance, comme on le fait d'ordinaire, le nombre de sièges à assigner à chaque circonscription, on fixe à l'avance, et une fois pour toutes, le nombre de voix que devra réunir un candidat pour être élu. Entre le *nombre* N de sièges, le nombre $e$ de voix à réunir pour être *élu* et le nombre E des électeurs, il y a la relation $N \times e = E$. D'ailleurs, comme il sera dit plus loin. $E = 0{,}31088\ P$, P représentant la population. Ainsi N et $e$ sont fonctions l'un de l'autre. On est donc libre de fixer l'un ou l'autre.

Ce chiffre $e$ pourra d'ailleurs toujours être augmenté ou diminué ultérieurement de manière que le nombre total des élus soit maintenu dans des limites convenables.

On profite de la simplification qui résulte de la fixation à l'avance de ce chiffre d'élection, pour compléter la solution, de manière à rendre la représentation rigoureusement proportionnelle dans le pays tout entier.

A cet effet, sans rien changer au système des circonscriptions existantes, je pose deux autres principes :

1° Celui du rattachement des listes entre elles pour l'utilisation des voix perdues ;

2° Le principe qui permet de reporter les voix perdues des scrutins locaux de manière à les utiliser d'abord au recensement départemental et ensuite au recensement général.

On vote pour une liste de noms classés par ordre de préférence, qui a été déposée à la préfecture, un nombre déterminé de jours avant le vote. On peut porter, en outre, sur les bulletins, en tête de liste, un nom quelconque.

En déposant les listes à la Préfecture, on a dû indiquer à quelles autres listes la liste déposée sera rattachée pour l'utilisation des voix perdues, et dans quel ordre elle le sera.

J'emprunte à mon travail de 1894 quelques-uns des exemples les plus compliqués :

La liste $m'''$ des radicaux, dans la troisième circonscription du *département* rattachée 1° aux socialistes, 2° aux républicains modérés, 3° aux industriels, porte : Marcel
Marc

| | | | |
|---|---|---|---|
| Le scrutin a donné : | Marcel, | liste $m'''$ | 30.000 voix |
| | Marc, | liste $m'''$ | 8.000 |
| | | | 38.000 voix |

Il en résulte :

Marcel, liste $m'''$ **20.000** + 10.000 à reporter sur Marc, liste $m'''$.
Marcel est *Élu.*

On a ensuite :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Marc, | liste $m'''$ | 8.000 | |
| (Marcel) | liste $m'''$ | 10.000 | |
| | Liste $m'''$ | 18.000 | à reporter au recensement général. |

*Au recensement général*, on trouve :

| | |
|---|---|
| Liste $m'''$ | 18.000 |
| Liste $m^{V}$ | 2.000 |
| Liste $m'''$ | 20.000 |

Marc qui reste premier de la liste $m'''$ est *Élu.*

*Au rattachement des partis entre eux*, on trouve ce qui suit :

La liste $a'''$, républicains modérés III$^{e}$ circonscription,

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Rattachée : | | Antoine | Le scrutin a donné : | |
| 1° Aux radicaux | est | Ambroise | Antonin, liste $a'''$... | 50.000 |
| 2° Aux industriels | | Anselme | Antoine, liste $a'''$... | 10.000 |
| 3° Aux socialistes | | Anthime | Liste $a'''$ .......... | 38.000 |
| | | Antonin | | 98.000 |

Sont déjà élus dans la IIIe circonscription, Antonin, Antoine, Ambroise et Anselme; et 18.000 voix de la liste $a'''$ sont à reporter d'abord au recensement général, puis au rattachement des divers partis entre eux. On classe les restes, ainsi reportés par ordre décroissant.

Liste $a'''$) Républicains : 18.000 rattachés à $m^{IV}$, $i$, $m_4$;
Liste $i$) Industriels : 14.000 { rattachés à $a'''$, $m^{IV}$, $m_4$; plus Isidore 3.000 voix, en tout 17.000.
Liste $m_4$) Socialistes : 5.000 rattachés à $m^{IV}$, $a'''$, $i$;
Liste $m^{IV}$) Radicaux : 4.000 rattachés à $a'''$, $i$, $m_4$.

On complète à 20.000 les chiffres les plus forts au moyen des plus faibles en ayant égard aux conditions du rattachement.

Ainsi la liste des républicains modérés peut profiter des voix obtenues par les radicaux.

Républicains 18.000
Radicaux... 2.000 + 2.000 à reporter :

Anthime, le premier à prendre de la liste des républicains $a'''$, est *Élu*. } 20.000 — 1° sur les industriels; 2° sur les socialistes.

La liste $i$ des industriels étant rattachée

1° aux républicains; ⎫ Ignace élu au recensement général.
2° aux radicaux; ⎬ Isidore.
3° aux socialistes; ⎭ Irénée.

On trouvera de même que Isidore de la liste $i$ est élu.

| | | |
|---|---|---|
| Isidore... | 3.000 | 17.000 |
| Industriels. | 14.000 | |
| Radicaux.. | 2.000 | |
| Socialistes. | 1.000 | + 4.000 voix perdues |
| | 20.000 | |

Isidore *Élu*.

Les électeurs qui ne veulent pas que leurs voix puissent être transférées d'un candidat sur un autre portent sur leur bulletin la mention : *sans transfert*.

En réalité, le vote est uninominal, et ne peut être ainsi compté qu'à un seul candidat. Mais, s'il ne peut contribuer à faire élire le candidat dont l'électeur a porté lui-même le nom en tête de son

bulletin, il comptera au premier nom de la liste, ou, s'il ne peut lui être utile, au nom suivant et ainsi de suite. Enfin, s'il ne peut contribuer à l'élection d'un candidat de la liste, il pourra être compté à un candidat d'une autre liste rattachée à la première (1). Si l'on votait pour un nom seul, il arriverait inévitablement, par suite d'une trop grande concentration ou dispersion des voix que beaucoup de votes seraient définitivement perdus. On réalise, par le système de vote indiqué ci-dessus, sans rien changer aux lieux de vote actuels, l'unité de circonscription électorale, impossible dans le système d'Hondt, où le nombre des votes nécessaires pour être élu varie d'une circonscription à une autre.

Le vote pour une liste seulement simplifierait beaucoup les opérations; mais le vote pour un nom et pour une liste est préférable au point de vue de la liberté de choix de l'électeur. Il vote pour le candidat qu'il connaît et qu'il préfère et, si ce candidat ne peut profiter de son vote, la liste qu'il a choisie, ou une des listes qui y sont rattachées, profitera de ce vote qui, ainsi, ne sera pas perdu.

Au dépouillement, il faut compter d'abord les votes pour un nom seul, afin d'éviter autant que possible qu'ils soient perdus; puis les votes pour un nom avec liste, afin d'avoir égard aux préférences des électeurs; et enfin les votes de listes qui sont les plus faciles à grouper.

## TRAVAIL PRÉPARATOIRE

Pour que le système de vote proposé donne des résultats entièrement satisfaisants, il faut que le travail préparatoire qui aboutit à la formation des listes où les noms sont classés par ordre de préférence soit bien fait.

*a)* Ce travail peut être préparé par un homme très en vue, opérant comme il l'entendra, ou par un Comité inspirant toute confiance aux électeurs; mais il vaut mieux éviter d'accorder trop d'importance, soit à un personnage influent, soit à un Comité. C'est aux électeurs qu'il appartient de juger s'ils veulent voter pour une liste ainsi faite ou pour une autre préparée par l'un des moyens indiqués ci-après.

*b)* On peut encore opérer au scrutin de liste ordinaire, à condition que ce soit dans des réunions d'électeurs aussi multipliées et nombreuses que possible, dont *tous les membres auraient à peu près les*

(1) Un vote ne peut être attribué à un candidat, si ce candidat n'est pas éligible; ou si ce candidat a déjà obtenu le nombre de voix voulu pour être élu; ou si, avec les bulletins qui pourront lui être attribués, il ne peut atteindre le chiffre voulu, etc.

*mêmes opinions*, le résultat de tous ces scrutins locaux étant centralisé au chef-lieu.

On sait en effet que le scrutin de liste donne toujours des noms classés par nombres de votes décroissants, ou, ce qui revient au même, par ordre de préférence.

*c)* Enfin, on peut appliquer le système de vote proposé, qui n'exige pas que tous les votants soient de la même opinion; le dépouillement pour la formation des listes se fait par noms successifs: d'abord le nom qui a réuni le plus de voix, puis, le premier nom étant supprimé, celui qui a le plus de voix parmi ceux qui restent et qui est alors le deuxième, et ainsi de suite.

### OPÉRATIONS OFFICIELLES

Les opérations officielles comprennent d'abord le dépôt des listes sur lesquelles on devra voter; puis, le vote et le dépouillement du scrutin; ensuite, le recensement général avec le rattachement entre elles des listes de même nuance des diverses circonscriptions; enfin. le rattachement des divers partis entre eux.

Les bulletins de vote comptés à un même nom peuvent être piqués, traversés, puis réunis par un fil, et séparés par centaines et par mille, au moyen de cartons de couleur, pour qu'il soit facile d'en vérifier le compte en tout temps.

Les extrémités du fil peuvent être attachées ensemble et scellées. La vérification des pouvoirs n'offre ainsi aucune difficulté.

### SUPPLÉANTS

Je n'avais pas, jusqu'à présent, traité le cas où il s'agit de remplacer un élu décédé ou démissionnaire.

La solution de la question est très simple. Il suffit de supprimer. sur les votes qui ont été attribués à l'élu à remplacer, le nom de cet élu et de le remplacer par le nom de la liste le premier à prendre.

Si je considère les exemples ci-dessus, je vois que Marcel (liste $m'''$). élu par 20.000 voix données à son nom et à cette liste, devrait être remplacé par le premier candidat à prendre sur la liste $m'''$. Comme Marc a été élu au recensement général et comme la liste est ainsi épuisée, on voit la nécessité de faire des listes suffisamment longues.

Quant à Isidore, élu par 3.000 voix à son nom seul, 14.000 voix à son nom et à la liste *i*, et par 3.000 voix de radicaux et de socialistes

rattachés aux industriels, il devra être remplacé par le premier nom à prendre sur la liste *i*, c'est-à-dire par Irénée. De cette manière, l'élu à remplacer est nommé par les mêmes votants que lui. L'opération n'offre aucune difficulté.

### THÉORIE MATHÉMATIQUE

La théorie mathématique de cette solution se réduit à ceci : que, si tout député est nommé par 20.000 votants, autant de fois un parti aura réuni 20.000 votants, autant il comptera d'élus, et il résulte de la manière d'opérer qui a été exposée qu'à 20.000 électeurs correspondra un élu. Ce rapport de 1 à 20.000, du nombre des élus à celui des électeurs qui ont voté pour eux, étant constant, la représentation sera réalisée proportionnellement au rapport de 1 à 20.000. Dans ces conditions, les partis en présence peuvent être généralement réduits à deux, en ce qui concerne les élections, par le rattachement des listes entre elles; chacun de ces deux partis irréconciliables ne pourra avoir qu'un nombre de voix perdues, inférieur à 20.000, *si tout le monde a voté régulièrement.* Le nombre total de voix perdues aura ainsi pour limite supérieure 40.000 sur 12.000.000 d'électeurs, soit $\frac{1}{300}$. C'est la mesure du degré d'approximation qu'atteint ma solution.

La théorie de M. Rouyer n'est pas applicable au procédé que je propose, ni même au système d'Hondt considéré comme portant sur plusieurs départements. Elle n'envisage que le cas d'une circonscription prise isolément.

### DISCUSSION DE LA PROPOSITION DE LA LOI DE LA LIGUE

Je signalerai d'abord, dans la critique du scrutin d'arrondissement et du scrutin de liste, une omission grave des arguments principaux qui doivent faire abandonner ces deux modes de scrutin et adopter la représentation proportionnelle. Ces arguments sont les suivants :

1° Par suite du hasard de la répartition des opinions dans les diverses circonscriptions, il peut arriver, soit avec le scrutin d'arrondissement, soit avec le scrutin de liste, qu'une majorité qui ne devrait être que 334 sur 602 élus (voir ma brochure de 1888 extraite du *Signal* de M. Réveillaud) soit seule représentée par 602 élus, à l'exclusion des minorités. C'est un déni de justice envers ces minorités.

2° Mais il peut arriver une chose bien plus injuste et plus absurde

encore, avec l'un et l'autre modes de scrutin, par l'effet d'un hasard contraire : c'est qu'une majorité qui devrait être de 344 sur 602 puisse, par un retour de fortune, être réduite à une minorité de 91 sur 602 et écrasée par une majorité de 511 élus des minorités.

De tels arguments ne doivent pas être passés sous silence, après avoir été signalés depuis 15 ans.

Il n'est pas permis, au xx[e] siècle, qu'une part aussi large puisse être faite au HASARD dans notre législation.

Je passe à l'examen des articles de la proposition de loi.

L'art. 2 maintient l'art. 2 de la loi du 16 juin 1885, d'après lequel on doit élire un député par 70.000 habitants, et il doit être tenu compte de toute fraction inférieure à 70.000.

Dans un pays où il y a 38.000.000 d'habitants correspondant à 12.000.000 d'électeurs, une population de 70.000 habitants correspond à 22.000 électeurs. C'est donc à 22.000 électeurs que correspond un député (1).

Mais la disposition voulant qu'il soit tenu compte de toute portion de la population inférieure à 70.000 a pour conséquence que 70.001 habitants auraient droit à deux députés, ce qui ferait 11.000 électeurs par député.

De fait, le territoire de Belfort, dont la population est de 88.047 habitants, a droit à deux députés et, comme cette population correspond à environ 27.372 électeurs, cela fera par député 13.686 électeurs. Cette disposition de la loi fait donc que le nombre d'électeurs voulu par député peut varier de 22.000 à 13.000 et 11.000, ce qui rend impossible une représentation exactement proportionnelle. Pourquoi donc ne pas proposer aux chambres d'interpréter la loi du

(1) La table de mortalité de la population générale de la France, d'après les neuf derniers recensements quinquennaux (Annuaire du Bureau des Longitudes de 1900, p. 460), donne pour les survivants sur 500 naissances d'hommes, à 20 ans 330, à 30 ans 301, d'où à 21 ans 327; et si l'on admet qu'à 500 naissances du sexe masculin correspondent 500 naissances du sexe féminin, les hommes survivants âgés de 21 ans et plus, c'est-à-dire les électeurs, seront les 0,31088 de la population, car la somme ci-après dont les termes sont les nombres d'hommes survivants de 10 en 10 ans, de 21 ans et plus sur 500 naissances d'hommes ou 1.000 naissances des deux sexes qui ont eu lieu chaque année depuis cent ans, représente le nombre des électeurs pour le total de ces naissances :

$$(500) \quad » + 327 + 301 + 272 + 238 + 191 + 123 + 43 + 5 = 1500$$

De même, pour la population correspondante, on a :

$$1000 + 707 + 670 + 617 + 556 + 492 + 403 + 269 + 99 + 12 = 4825.$$

Le rapport du nombre des électeurs à la population est donc :

$$1500 : 4825 = 0,31088,$$

ce qui, pour une population de 38.517.975 (recensement de 1896), donne 11.974.468 électeurs, et pour une population de 70.000 habitants, 21.761 électeurs.

16 juin 1885 en ce sens qu'un député correspondant à 70.000 habitants doit correspondre, ce qui revient au même, à 22.000 électeurs, ou, pour arrondir ce chiffre et tenir compte des abstentions, à 20.000 votants.

L'art. 4, qui n'admet qu'un tour de scrutin, est indispensable à la Représentation Proportionnelle. Les art. 6, 7 et 8 ont pour objet le système d'Hondt modifié par la Ligue.

L'art. 15 porte qu'aucune liste ne peut contenir un nombre de candidats supérieur à celui des députés à élire.

Dans mon système, j'admets des listes indéfinies, qu'il suffirait de raccourcir d'après des considérations d'ordre secondaire.

Dans le système de la Ligue, peut-être vaudrait-il mieux qu'il en fût de même, pour laisser plus de liberté au votant dans le choix des noms à souligner.

On pourrait, par exemple, limiter les listes à 20 ou 30 noms, ou même plus, dans certains cas; ou encore à trois ou quatre fois le nombre de sièges disponibles. Cela n'aurait aucun effet sur le nombre d'élus à attribuer à la liste, mais donnerait plus de liberté au votant, en ce qui concerne le choix des élus.

Il y a d'ailleurs cette différence que, dans mon système, il n'y a à écrire sur les bulletins qu'un nom et le titre de la liste, tandis que dans le système de la Ligue tous les noms des candidats du parti devront être imprimés sur les bulletins.

L'art. 25 relatif aux suppléants me paraît défectueux. La condition à réaliser devrait être que le suppléant qui remplace un titulaire fût élu par les électeurs mêmes qui ont élu ce titulaire. Or, en les prenant à la suite, on choisit des noms qui ont été soulignés par d'autres votants que ceux qui ont souligné le nom du titulaire.

J'aime mieux le système belge, où les suppléants sont élus à part par un vote sur les mêmes bulletins; mais il prête aussi à des objections, car il ne remplit pas exactement la condition ci-dessus.

Dans ma solution, où le vote est, en réalité, uninominal, il est facile de faire servir à l'élection d'un suppléant les votes mêmes qui avaient été attribués à l'élu qu'il s'agit de remplacer, en rayant sur les listes le nom de cet élu et en mettant à sa place le premier nom restant sur la liste qui a obtenu le plus de suffrages.

L'article 22 indique le calcul de M. d'Hondt pour arriver au diviseur électoral par lequel on fixe les nombres de sièges à attribuer aux différents partis.

Pour Paris qui, d'après le recensement de 1896, compte 2.536.834

habitants, ce qui, à raison d'un député pour 70.000 habitants ferait 37 députés correspondant à 20.000 × 37 ou 740.000 votants, si l'on suppose que ces votants ne se soient répartis que sur 4 listes :

300.000, 200.000, 180.000, 60.000,

le système d'Hondt exigerait 37 divisions successives par les nombres 1, 2, ....., 15.

Il serait préférable d'appliquer le procédé de M. Hagenbach-Bischoff, qui détermine le *quotient absolu* par une division unique du total 740.000 des votants par 37 + 1, c'est-à-dire par le nombre de députés à élire augmenté d'une unité.

Cette division donne : 740.000 = 38 × 19.473 + 26.

Le quotient absolu 19.473 diffère un peu du diviseur électoral 20.000 que donne le calcul de M. d'Hondt; mais les deux calculs donnent pour les nombres de sièges à attribuer respectivement aux 4 listes ci-dessus :

15 10 9 3

Le quotient absolu de M. Hagenbach ne donne jamais un nombre d'élus trop fort; tontefois, il peut donner un nombre trop faible; mais on trouve facilement le vrai nombre en rentrant dans le système d'Hondt, sans passer par les calculs intermédiaires.

A cet effet, on augmente d'une unité chacun des nombres de sièges trouvés au moyen du quotient absolu pris comme diviseur pour les différentes listes.

On divise par ces nombres, comme dans le système d'Hondt, les chiffres électoraux des partis en présence et on prend le ou les plus forts quotients, de manière qu'au dernier corresponde le nombre de sièges voulu.

### CONCLUSION

La proposition de loi de la Ligue pour la Représentation Proportionnelle donnera exactement la solution dans chaque département séparément, mais non dans le pays tout entier, puisque d'un département à un autre le nombre de voix voulu pour l'élection d'un député variera de 20.000 à 11.000 théoriquement, mais réellement de 20.000 à 12.000, le teritoire de Belfort étant le seul département qui ait moins de 140.000 habitants.

Avec la solution proposée, on évitera donc, ce qui est possible tant avec le scrutin de liste par département qu'avec le scrutin

uninominatif par arrondissement, que tous les élus appartiennent à la majorité, ou qu'au contraire la majorité des électeurs dans le pays ne soit représentée à la Chambre que par une infime minorité. Ce résultat est assurément considérable, mais il est néanmoins assez éloigné de la perfection.

Un autre défaut que cette solution présente, c'est le grand nombre de voix perdues. Si l'on admet qu'il y ait en moyenne 7 députés par département élus par un nombre de votants variant de 7 × 20.000, ou 140.000 électeurs à 159.999, étant donné que si l'on augmentait le nombre 140.000 de 20.000, cette augmentation de 20.000 donnerait droit à un député de plus; en divisant ces deux nombres par 7 + 1 ou 8, on aura le *quotient absolu* de M. Hagenbach-Bischoff correspondant, soit 17.500 et 19.999.

Les nombres de voix utiles pour l'élection sont alors 17.500 × 7 ou 122.500 et 19.999 × 7 ou 139.993.

Les nombres de voix perdues sont donc :

$$\begin{array}{lr} & 140.000 - 122.500 = 17.500 \\ \text{et} & 159.999 - 139.993 = \underline{20.006} \\ & \text{moyenne } \frac{1}{2} \times 37.506 \\ & \text{ou} \quad 18.753 \end{array}$$

Il y aura donc moyennement 18.753 voix perdues par département, et pour 86 départements 1.612.758, soit 1.600.000 voix perdues sur 12.000.000 d'électeurs (1).

Dans ce calcul il est implicitement supposé que, dans chaque département, il n'y ait qu'une seule liste présentée. S'il y en a plusieurs, le nombre de voix perdues augmentera en conséquence.

Avec ma solution, tout député est élu par 20.000 voix dans toute la France (2).

Quant au nombre de voix perdues, si tout le monde a voté régulièrement et si, par le rattachement des listes entre elles, les partis peuvent être considérés comme ramenés pour les élections à 2 partis irréconciliables, le nombre de voix perdues ne devra pas dépasser 20.000 pour chacun, soit en tout 40.000.

(1) Ces chiffres supposent 12.000.000 de votants. Si le nombre en était réduit, comme aux dernières élections, à 8.500.000, ils devraient être diminués dans le rapport de ces nombres de votants, qui est 0,71, ce qui ramènerait le nombre de voix perdues à 1.150.000. Mais il faudrait y ajouter 3.500.000 abstentions. Or, avec la représentation proportionnelle, le nombre des abstentions devra évidemment diminuer, d'autant plus que le système adopté sera plus exact.

(2) Cette solution aurait pour effet, si elle était adoptée, qu'à 100.000 abstentions correspondraient cinq élus de moins. Il y a donc là une prime à la non-abstention.

Plus tard, quand l'apaisement sera fait suffisamment en France pour que le rattachement des partis en vue de l'utilisation des voix perdues puisse s'étendre à tout les partis, la limite supérieure du nombre des voix perdues serait ramenée à 20,000.

On voit que ma solution réalise beaucoup plus exactement la représentation proportionnelle que la proposition de loi de la Ligue.

---

## M. Edmond MAILLET

Ingénieur des Ponts et Chaussées, à Bourg-la-Reine (Seine)

---

### SUR L'HOMME DE GÉNIE, DE M. LOMBROSO, ET LA FACULTÉ INVENTIVE

[151.1]

---

I

Dans l' « Homme de génie (1) », M. Cesare Lombroso a soutenu que le génie était une « psychose dégénérative du groupe épileptique (2) », en se basant en particulier sur de nombreuses analogies qui existeraient entre les aliénés et les hommes de génie et sur le caractère spécial de l'inspiration.

M. Ch. Richet, dans la préface de l'ouvrage de M. Lombroso. insiste sur certaines analogies qui existeraient entre l'aliéné et l'homme de génie. Il admet chez tout homme adonné aux œuvres de l'esprit deux forces distinctes : la force créatrice ou puissance d'invention et la force critique ou puissance de jugement, qui tempère la première; la seconde manquerait aux fous. Nous adoptons provisoirement cette distinction.

Pour M. Richet, les conceptions du génie sont étranges, bizarres, imprévues. Eh bien, nous pensons absolument le contraire pour les sciences (3) : une fois la découverte faite, il arrive bien souvent que l'on s'étonne de n'y avoir pas songé plus tôt. C'est l'histoire de l'œuf de Colomb; ce sera le cas des rayons Rœntgen, de la photographie,

(1) Traduction Colonna d'Istria. désignée plus loin par HG 1889, pour l'édition de 1889, Paris (Alcan) et HG 1903 pour celle de 1903, Paris (Reinwald). Nous ne visons pas ici la troisième partie de l'ouvrage de Lombroso, partie spéciale aux aliénés.

(2) HG 1903, p. 557.

(3) Comp. en général Max Nordau, Psychophysiologie du génie et du talent, trad. Dietrich, Alcan, 1898.

de la coulisse de Stephenson, de la chaudière tubulaire de Marc Séguin, etc.

Enfin nous pensons, avec Buffon, que le génie scientifique est une longue patience, au moins dans la plupart des cas (Pasteur, par exemple). Même chez les génies précoces, les découvertes ont été précédées de longues études, d'une longue préparation, d'essais infructueux (Ampère, quadrature du cercle) : les cas contraires, exceptionnels d'après nous, se rapporteront souvent à des découvertes dues à un hasard heureux.

Pour nous, l'homme de génie ou de talent est un *prégénéré* (1). Il a une conscience ou une connaissance relative de phénomènes dont l'humanité n'aura une connaissance ou une conscience plus ou moins complète que grâce à lui ou plus tard. Si, sur un point, le jugement, la force critique du génial n'est pas à la hauteur de sa faculté inventive (soit pour le raisonnement, soit pour l'observation), il pourra mal expliquer ces phénomènes; ses disciples ou ses commentateurs pourront ne pas bien comprendre; la langue dont il dispose pourra même être impuissante à traduire les manifestations de ces phénomènes perçues par l'homme de génie.

Il y a plus : c'est une condition inhérente à la science de procéder seulement par approximations successives. Les erreurs, au moins partielles, y sont inévitables à chaque instant, et il doit s'en produire une certaine quantité; beaucoup d'entre elles aident au progrès scientifique en provoquant des réfutations ou des corrections basées sur des expériences ou des raisonnements nouveaux et contribuant à la manifestation de la vérité.

Dès lors, pour juger un homme de génie scientifique au point de vue de ses erreurs, il faut absolument nous placer à l'époque où il vivait et dans son milieu, et savoir si ces erreurs n'ont pas été utiles, ou même partagées par ses contemporains. C'est ce que ne fait pas toujours M. Lombroso (comp. plus loin, p. 1204, note (2)).

Nous allons essayer ici de présenter quelques résultats de statistiques ou des observations qui viennent, croyons-nous, à l'encontre de la théorie de M. Lombroso, au moins en ce qui concerne les hommes de science, et surtout les mathématiciens (mathématiciens purs, physiciens, astronomes, ingénieurs, etc.). Nous ne pouvons guère développer toutes nos idées, le temps nous manquant actuellement : nous espérons y revenir plus en détail ultérieurement.

(1) M. Richet (HG 1903, p. 8 de la préface) l'appelle un *progénéré*.

**Tableau indiquant la fréquence de la génialité, de la haute culture scientifique (polytechniciens) et de l'Instruction primaire en France**

| DÉPARTEMENTS d'après le nombre des Polytechniciens (1) | NOMBRE des Polytechniciens (1795-1891) par 100.000 habitants (2) | PROPORTION o/o des conscrits sachant lire et écrire en 1878 (3) | Nos D'ORDRE d'après le nombre d'hommes de génie ou de talent (Lombroso) (4) | PROPORTION approximative de ce nombre par 1.000.000 d'habitants en 100 ans (Lombroso) (5) | OBSERVATIONS (6) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 Seine | 114 | 87,4 | 1 | > 200 | |
| 2 Moselle | 107 | 92,9 (Meurthe-et-Moselle) | 20 | 150 à 200 | |
| 3 Meurthe | 93 | | 7 | | |
| 4 Côte-d'Or | 91 | 89,2 | 5 | > 200 | |
| 5 Bas-Rhin | 72 | 86,2 (Belfort) | 25 | » | |
| 6 Meuse | 72 | 95,3 | 34 | 50-75 | |
| 7 Ardennes | 65 | 91 | 30 | 75-100 | |
| 8 Haute-Marne | 64 | 91,5 | 16 | 100-150 | |
| 9 Jura | 63 | 94,7 | 10 | 100-150 | |
| 10 Seine-et-Oise | 62 | 91,7 | 6 | 150-200 | |
| 11 Hérault | 60 | 79,2 | 9 | 150-200 | |
| 12 Marne | 49 | 91,5 | 13 | 100-150 | |
| 13 Rhône | 49 | 90,1 | 4 | > 200 | |
| 14 Bouches-du-Rhône | 48 | 84,5 | 3 | > 200 | |
| 15 Haute-Saône | 48 | 91,9 | 40 | 50-75 | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 16 Haut-Rhin | 48 | 86,2 (Belfort) | 39 | | |
| 17 Doubs | 47 | 96,5 | 2 | « 200 | |
| 18 Haute-Garonne | 47 | 70,5 | 18 | 100-150 | |
| 19 Indre-et-Loire | 47 | 78,1 | 27 | 75-100 | |
| 20 Pyrénées-Orientales | 47 | 71,5 | 57 | 25-50 | |
| 21 Aude | 46 | 77,3 | 36 | 50-75 | |
| 22 Gard | 45 | 81,6 | 12 | 100-150 | |
| 23 Loiret | 45 | 81,9 | 11 | 100-150 | |
| 24 Nièvre | 45 | 68 | 59 | 25-50 | |
| 25 Var | 45 | 80 | 14 | 100-150 | |
| 26 Lot-et-Garonne | 43 | 80,5 | 48 | 50-75 | |
| 27 Vosges | 43 | 95,4 | 45 | 50-75 | |
| 28 Vaucluse | 42 | 73,9 | 8 | 150-200 | |
| 29 Aube | 40 | 87,8 | 29 | 75-100 | |
| 30 Yonne | 40 | 91,7 | 26 | 75-100 | |
| 31 Allier | 37 | 65 | 71 | 25-50 | |
| 32 Charente-Inférieure | 37 | 79,9 | 40 | 50-75 | |
| 33 Seine-et-Marne | 37 | 91,6 | 33 | 75-100 | |
| 34 Isère | 36 | 78,5 | 32 | 75-100 | |
| 35 Saône-et-Loire | 36 | 84,5 | 52 | 50-75 | |
| 36 Aisne | 35 | 82,3 | 19 | 75-100 | |
| 37 Hautes-Alpes | 35 | 86,6 | 49 | 50-75 | |
| 38 Calvados | 35 | 83,9 | 17 | 100-150 | |
| 39 Vienne | 35 | 74,8 | 60 | 25-50 | |
| 40 Seine-Inférieure | 34 | 73,2 | 15 | 100-150 | |
| 41 Ille-et-Vilaine | 33 | 63,6 | 24 | 75-100 | |
| 42 Nord | 33 | 73,7 | 64 | 25-50 | |

| DÉPARTEMENTS d'après le nombre des Polytechniciens (1) | NOMBRE des Polytechniciens (1795-1891) par 100.000 habitants (2) | PROPORTION o/o des conscrits sachant lire et écrire en 1878 (3) | N°s D'ORDRE d'après le nombre d'hommes de génie ou de talent (Lombroso) (4) | PROPORTION approximative de ce nombre par 1.000.000 d'habitants en 100 ans (Lombroso) (5) | OBSERVATIONS (6) |
|---|---|---|---|---|---|
| 43 Charente | 32 | 83,2 | 82 | < 25 | |
| 44 Finistère | 32 | 64,2 | 42 | 50-75 | |
| 45 Drôme | 32 | 85,4 | 46 | 50-75 | |
| 46 Loir-et-Cher | 31 | 78,4 | 56 | 25-50 | |
| 47 Oise | 31 | 85,7 | 35 | 50-75 | |
| 48 Gironde | 30 | 75 | 31 | 75-100 | |
| 49 Pas-de-Calais | 30 | 76,3 | 38 | 50-75 | |
| 50 Haute-Vienne | 29 | 56,7 | 54 | 50-75 | |
| 51 Tarn-et-Garonne | 29 | 73,7 | 37 | 50-75 | |
| 52 Ain | 28 | 80 | 28 | 75-100 | |
| 53 Eure-et-Loir | 28 | 87,7 | 21 | 75-100 | |
| 54 Loire-Inférieure | 28 | 90,8 | 69 | 25-50 | |
| 55 Lot | 28 | 77,7 | 64 | 25-50 | |
| 56 Morbihan | 27 | 52 | 78 | < 25 | |
| 57 Tarn | 27 | 69,3 | 66 | 25-50 | |
| 58 Cher | 26 | 64;4 | 81 | < 25 | |
| 59 Dordogne | 26 | 67,7 | 70 | 25-50 | |
| 60 Maine-et-Loire | 26 | 82,5 | 48 | 50-75 | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 61 Eure | 25 | 77,8 | 53 | 50-75 |
| 62 Indre | 25 | 59,4 | 63 | 25-50 |
| 63 Puy-de-Dôme | 25 | 67,8 | 51 | 50-75 |
| 64 Somme | 25 | 81,3 | 23 | 75-100 |
| 65 Ariège | 23 | 63,6 | 79 | < 25 |
| 66 Sarthe | 23 | 72,8 | 71 | 25-50 |
| 67 Ardèche | 22 | 74,3 | 58 | 25-50 |
| 68 Gers | 22 | 93,9 | 60 | 25-50 |
| 69 Manche | 22 | 86,1 | 41 | 50-75 |
| 70 Lozère | 21 | 74,4 | 76 | 25-50 |
| 71 Hautes-Pyrénées | 21 | 70,5 | 72 | 25-50 |
| 72 Deux-Sèvres | 21 | 75,1 | 62 | 25-50 |
| 73 Aveyron | 18 | 86,2 | 44 | 50-75 |
| 74 Basses-Alpes | 18 | 80,5 | 22 | 75-100 |
| 75 Loire | 18 | 68 | 67 | 25-50 |
| 76 Mayenne | 18 | 69,9 | 75 | 25-50 |
| 77 Cantal | 17 | 70 | 55 | 25-50 |
| 78 Orne | 17 | 87,1 | 43 | 50-75 |
| 79 Corrèze | 16 | 53,7 | 50 | 50-75 |
| 80 Basses-Pyrénées | 15 | 71,2 | 61 | 25-50 |
| 81 Vendée | 15 | 75,1 | 73 | 25-50 |
| 82 Creuse | 14 | 79,6 | 81 | < 25 |
| 83 Haute-Loire | 13 | 62 | 74 | 25-50 |
| 84 Côtes-du-Nord | 12 | 55,1 | 80 | < 25 |
| 85 Landes | 7 | 69,1 | 77 | < 25 |

Une partie des résultats de la Savoie, de la Haute-Savoie, des Alpes-Maritimes et de la Corse manquent.

Dans un autre tableau (tableau II), nous donnons les moyennes arithmétiques pour chaque groupe de 10 départements du tableau I. Elle sont moins exactes que des moyennes géométriques, mais elles donnent néanmoins déjà des résultats assez voisins. Les moyennes ont l'avantage de faire disparaître les anomalies qui peuvent être dues à des causes locales (ou des erreurs de détail).

**Tableau II donnant les moyennes arithmétiques pour chaque groupe de 10 départements du tableau I**

| (1) | (2) | (3) | (4) |
|---|---|---|---|
| 1-10 | 80,3 | 91,28 | 15,4 |
| 11-20 | 49,0 | 84,00 | 21,2 |
| 21-30 | 43,4 | 81,81 | 28,8 |
| 31-40 | 35,7 | 80,03 | 38,8 |
| 41-50 | 31,3 | 74,22 | 47,2 |
| 51-60 | 27,3 | 74,58 | 56,2 |
| 61-70 | 23,3 | 75,14 | 57,5 |
| 71-80 | 17,9 | 73,22 | 55,1 |
| 81-85 | 12,2 | 68,18 | 77 |

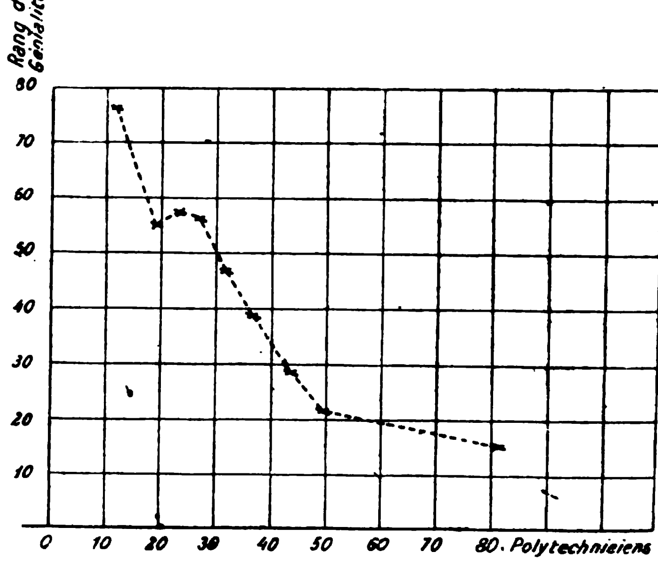


FIG. 1. — Relation graphique entre les colonnes 2 et 4 du tableau.

Ce tableau II et le graphique annexé montrent immédiatement le rapport intime et très net qui existe entre le nombre de Polytechni-

ciens et le rang de génialité décroissante : plus ce nombre est faible et plus le rang est élevé. Il y a mieux : examinons la colonne 5. Les 19 premiers départements ont au moins 50 hommes de génie par 1.000.000 d'habitants, les 42 premiers au moins 25 ; les seuls départements qui aient plus de 200, 150, 100, 75, 50 génies sont dans les 17, 28, 40, 74, 79 premiers (sur 85 départements classés). Mieux encore : l'examen des colonnes (2) et (5) montre qu'en moyenne il doit y avoir presque proportionnalité entre le nombre de Polytechniciens et le nombre de génies.

Il existe un rapport en partie analogue dans la moyenne entre le génie et l'instruction primaire.

Ces résultats sont importants : d'abord ils vérifient notre théorie antérieure et tendent même à établir un rapport entre le génie et l'instruction primaire : un département produit d'autant plus d'hommes possédant une haute instruction que l'instruction, même primaire, y est plus répandue ; et, comme les hommes de génie dans les sciences se recrutent parmi ceux qui ont une haute instruction, il n'est pas étonnant que la génialité soit fonction croissante de l'instruction primaire (1).

Mais ce n'est pas tout : M. Lombroso, après Jacoby, a étudié certains rapports qu'il pouvait y avoir en France entre la génialité et diverses circonstances géographiques ou politiques : altitude et nature géologique du sol, tendances républicaines. Sans entrer dans le détail, on peut affirmer que les mêmes rapports existeront entre ces circonstances et le développement de l'instruction primaire ou supérieure.

Dès lors, la relation établie par M. Lombroso entre la taille et la génialité pour la France (HG 1903, p. 187) subsiste ; mais le prétendu rapport entre la dégénérescence et la taille, qui devrait s'étendre à la haute instruction et même à l'instruction primaire, nous paraît une affirmation bien hasardée ; ce serait plutôt le contraire qui serait vrai ; à moins qu'on ne soutienne que l'instruction est en général une cause ou une manifestation de dégénérescence. Nous ne pensons pas qu'on puisse le faire : il suffira de remarquer que les progrès de l'instruction ont été accompagnés de progrès considérables de l'hygiène et de la diminution de la mortalité.

(1) Au surplus l'invention est une forme particulière et très marquée de l'initiative que l'instruction, même primaire, développe ; par exemple, cette dernière exerce et fortifie le jugement qui intervient dans l'initiative et l'invention. (D'après M. Max Nordau, *loc. cit.*, p. 149, le jugement joue un rôle capital dans le génie scientifique : c'est la force critique de M. Ch. Richet.)

Mentionnons encore l'influence nette des centres intellectuels d'instruction supérieure : tous les départements (sauf le Nord) où se trouve une ville de Facultés ont une génialité supérieure à celle des départements voisins.

## III

### SUR LE PHÉNOMÈNE DE BUFFON

Quand un mathématicien, petit ou grand, cherche à résoudre un problème ou une partie de problème, quelle que soit sa difficulté; quand un élève de mathématiques spéciales ou un polytechnicien se trouve, au cours d'un examen, en présence d'une « colle » de l'examinateur, au moment où la solution apparaît, la faculté inventive fonctionne brusquement, sous l'influence du *désir intense* de trouver: une véritable décharge psychique se produit, accompagnée d'une commotion mentale plus ou moins vague ou imperceptible ; c'est le trait de lumière. Suivant l'importance du résultat, la peine que l'on s'est donnée pour le trouver, le tempérament de chacun, le phénomène sera plus ou moins net. *C'est*, pensons-nous, *le phénomène mentionné par Buffon* (1) (HG 1903, p. 487). C'est encore, avec la différence qui peut séparer les mathématiques pures des mathématiques appliquées ou des sciences d'observation, la sensation, ou mieux le sentiment vif qui se manifeste au moment de la conception d'une découverte (HG 1903, p. 42).

## IV

### INFLUENCE DES PHÉNOMÈNES MÉTÉOROLOGIQUES SUR LA FACULTÉ INVENTIVE (2)

M. Lombroso a rapproché l'influence qu'ont ces phénomènes sur l'inspiration du génie et sur les accès des aliénés. Pourquoi ne pas se demander plus en détail si la même influence n'existe pas pour tout le travail intellectuel, peut-être, par conséquent, pour toute une série de phénomènes psychologiques et probablement physiologiques du cerveau? Auquel cas, le rapprochement fait par M. Lombroso n'a plus rien qui doive nous surprendre, puisqu'il peut être fait pour tout le monde.

C'est un fait bien connu que le travail intellectuel, même chez les

(1) Nous ne trouverons, croyons-nous, d'analogie que dans les phénomènes de l'amour charnel, auxquels M. Lombroso ne paraît pas avoir pensé, qui existent chez tout le monde et sont, tout comme les inventions, des actes de génération créant tout un monde de pensées, puisqu'ils créent des hommes. Peut-être pourrait-on trouver là encore une analogie avec un phénomène dont parle de Goncourt (HG 1903, p. 87).

(2) Comp. HG 1903, 2e partie, chap. 1er, p. 143. C'est, croyons-nous, un des passages les plus curieux et les plus intéressants de l'ouvrage.

écoliers, exige toute une série de conditions spéciales, par exemple un silence suffisant, la tranquillité, une température modérée : il s'accommode mal du froid et de la chaleur, comme M. Lombroso le dit lui-même (H. G. 163). Nous croyons que la faculté inventive (peut-être aussi la mémoire qui l'aide) y est encore plus sensible ; ainsi, prenons notre exemple personnel : au-dessous de 15° et au-dessus de 27 environ, cette faculté fonctionne difficilement chez nous (1), quand nous sommes assis. Le froid, toutefois, l'arrête plus que la chaleur, l'incommodité qu'il nous produit étant plus grande ; mais l'effet d'une température élevée subsiste un certain temps après sa cessation. Quand nous marchons, les deux limites de température sont naturellement abaissées. Elles sont moins resserrées pour le travail intellectuel exigeant moins d'invention, et surtout de l'expérience (examens par exemple).

Admettons qu'il y ait dans une même région ou une même nation une température moyenne *t* particulièrement favorable à la faculté inventive et que celle-ci fonctionne d'autant mieux à chaque instant que l'on est plus voisin de cette température. Pour une valeur convenable de *t*, on arrive à voir que la faculté inventive doit mieux fonctionner vers avril-mai et septembre, comme l'indique M. Lombroso (HG 1903, p. 145 et pl. VI). Mais on aura des conclusions analogues pour le travail intellectuel, quel qu'il soit.

Nous pensons encore que les influences du vent, de la pression, de l'humidité, ne sont pas spéciales aux génies et aux aliénés.

Finalement, ici encore comme pour les §§ II et III, tout ce qui s'applique au génie s'applique dans de larges limites à tout travail intellectuel.

## V

### SUR UNE PARTIE DE LA MÉTHODE DE M. LOMBROSO

Dans une partie de son œuvre (2$^{me}$ et 4$^{me}$ partie de HG 1903 par exemple), M. Lombroso procède de la manière suivante : il énumère les hommes de génie qui ont eu un défaut, une maladie, une infirmité, une faiblesse, une tare à un moment quelconque de leur existence ; des faits analogues se retrouvant chez certains aliénés, il conclut à un rapprochement. La science ne permet pas, à notre avis, cette conclusion, application exagérée du principe des coïnci-

(1) Les moyens artificiels pour établir, dans les appartements, une température convenable, sont souvent plus ou moins imparfaits.

dences, attendu que ces faits se rencontrent aussi chez tout le monde, et probablement avec une fréquence *comparable* (cas de Darwin, par ex., HG 1903, p. 555). Un grand savant, au point de vue physiologique, et même au point de vue psychologique pour ce qui ne touche pas à sa science, est un homme comme les autres, ou tout au moins un homme semblable à tout ceux qui ont une carrière libérale d'ordre scientifique. Si c'est un homme de cabinet, il aura sur beaucoup de points une vie semblable à celle des employés de bureau. A priori on doit donc retrouver chez le génial une série d'infirmités inhérentes aux carrières libérales, aux employés de bureau et même à tout le monde. Si l'on prenait une catégorie quelconque d'individus, les professeurs, les ingénieurs, ou même les pâtissiers, par exemple, et leurs employés, on trouverait aussi bien des analogies avec les aliénés. *La plus grande partie de l'ouvrage de M. Lombroso prouve exclusivement une chose au point de vue scientifique : l'homme de génie n'échappe pas aux maux communs à l'humanité ou à des catégories très étendues d'individus (carrières libérales). Quels que soient les faits cités, la méthode énumérative de M. Lombroso ne peut prouver davantage.*

D'ailleurs, beaucoup de ces faits sont sans doute exagérés et demanderaient à être contrôlés d'un peu plus près ou discutés (1), ou encore ils pourraient être jugés autrement. L'humanité est en général beaucoup plus indulgente que M. Lombroso dans ses appréciations et, à cet égard, c'est, nous semble-t-il, l'opinion commune qui fait loi, parce qu'elle représente le bon sens (2).

(1) Ainsi, quand il cite un auteur, est-il bien toujours tenu compte des abus ou des imperfections de la forme littéraire et des figures de rhétorique, hyperbole, métaphore, style familier, etc.

(2) En terminant, nous mentionnerons comme très contestables, au moins au point de vue de la forme où ils sont présentés ou des conclusions qui en sont tirées, un certain nombre de faits relatifs aux hommes de science.

HG 1903, p. 35, Erreurs scientifiques de Bacon, Galilée, Biot, Darwin ; p. 40, Rêves mathématiques de Newton et même peut-être de Cardan ; p. 49 et HG 1889 p. 40, passion malheureuse d'Ampère, joies d'Archimède, Newton, Gay-Lussac, Davy : HG 1903, p. 55, distractions de Newton, Ampère, Babinet (comp. *Revue de l'hypnotisme de Bérillon*, 15e année, 1901, pp. 219, 270, 365) ; HG 1889, p. 36, idées d'Aristote sur la ligne droite, qui nous paraissent compréhensibles ; HG 1903, p. 64. Ecritures et paraphes : HG 1903, p. 98, longevité ; HG 1903, p. 471, prétendues absurdités folles de Newton, Ampère et Pascal : HG 1903, p. 484, chap. III : l'inspiration a été interprétée autrement plus haut : ce chapitre ne vise *effectivement* que quelques hommes de génie, plutôt exceptionnels : HG 1903, p. 552, prétendue aboulie des savants : ils sont généralement doués d'une volonté bien supérieure à la moyenne.

M. Léon GUIFFARD

Avocat à la Cour d'Appel de Paris

## PRÉFACE A L'ÉTUDE DU PROBLÈME DE LA REPOPULATION

— *Séance du 8 août* —

L'opinion publique aime les formules toutes faites; elle les accepte sans les examiner de très près; on se les passe de bouche en bouche et la conversation s'encombre ainsi de lieux communs qui n'ont pas toujours commencé par signifier quelque chose et qui finissent par ne plus rien vouloir dire du tout. C'est ainsi que depuis quelques années on parle beaucoup de dépopulation. Qu'est-ce à dire? Que la France se dépeuple? Non point; chaque dénombrement révèle un excédent de population sur le précédent. Alors, de quoi se plaint-on? De ce que cette augmentation de la population est chez nous moindre que chez les peuples qui nous entourent. C'est exact. Mais y a-t-il lieu de le déplorer?

Il nous semble qu'il y a, dans cette préoccupation du nombre, un symptôme d'une maladie qui restera une des marques caractéristiques de notre époque : la manie du record. On veut atteindre le chiffre pour lui-même, pour l'orgueil de l'étaler aux yeux des voisins humiliés. C'est là un sentiment qui nous fait sourire quand nous le découvrons chez le sportsman; que les statisticiens et les économistes, gens graves s'il en fut, fassent leur examen de conscience : ils n'en sont pas exempts.

Il y a autre chose dans l'esprit de repopulationniste, il y a un sentiment plus respectable à coup sûr, mais dont nous ne croyons pas qu'il serve de lien indispensable entre la cause avouée et le but désiré. Nous voulons parler du souci de la défense nationale. Chez beaucoup, il glisse vers l'hypnotisme de la grandeur guerrière qui conduit à la folie des gros bataillons. Si c'est pour édifier l'empire des conquérants, pour cueillir les lauriers d'un moissonneur de gloire sanglante que vous voulez des hommes, nous serons toujours trop; si c'est pour défendre l'intégrité de notre territoire, de nos traditions, de notre liberté, nous sommes assez. La force n'est pas uniquement dans le nombre, elle est chez les mieux armés pour la lutte : l'expérience est faite; il serait temps d'en profiter.

Les mieux armés pour la lutte, ce sont ceux qui traînent après eux le moindre déchet, qui ne s'encombrent pas de non-valeurs, ceux qui ne connaissent pas les bouches inutiles; ce sont les robustes, les bien nourris, les bien vêtus; ce sont les peuples qui agissent dans leur économie sociale comme le bon père de famille dans son économie domestique; ceux qui proportionnent leurs dépenses à leurs recettes, leurs charges à leurs revenus, leur développement numérique à leur développement économique.

Combien de fois n'entend-on pas les gens se plaindre de l'encombrement qui se produit dans toutes les professions? A côté de la ruée aux emplois, il ne faut pas perdre de vue l'excédent de bras que le machinisme industriel ne permet plus d'utiliser; si les campagnes se dépeuplent, c'est que la main-d'œuvre humaine y est plus que suffisante; les colonies reçoivent au moins autant de colons que leur état actuel leur permet d'en faire vivre. Où donc manque-t-on d'hommes?

Le sort des peuples à natalité intense n'a rien d'enviable : il y a plus de bouches que de pain, les parts sont trop petites, la misère devient endémique et, somme toute, la proportion entre les chiffres de la natalité et l'accroissement de la population révèle une grosse perte. Nous perdons 30 o/o de nos enfants avant 25 ans. Des peuples dont les chiffres de natalité sont supérieurs aux nôtres en perdent 40 o/o. Et chez nous, ce déchet de 40 o/o est celui des classes pauvres les plus prolifiques. La bourgeoisie conduit 80 o/o de ses enfants à l'âge d'homme; mais aussi, quand on s'y offre ce qu'un poète a appelé « le luxe d'un enfant », c'est qu'on a tout prévu et c'est qu'au lieu de jeter dans la vie une larve vouée aux pires hasards, on a préparé l'existence d'un être auquel on attribue une valeur. Le laboureur d'autrefois semait à la volée : poussait qui pouvait; les méthodes rationnelles assurent plus de récolte avec moins de graine. La récolte utile, la moisson qu'il faut désirer, c'est celle d'hommes faits, bien portants, bien éduqués, bien armés pour la vie : ceux-là ne sont pas le fruit d'une semaille prodigue, ils sont le produit d'une sélection.

Mais nous sommes tranquille, car nous avons vu l'inutilité de l'effort des partisans de la repopulation à outrance. C'est qu'en effet ils commettent avec ensemble une erreur dont il faudra bien qu'ils reviennent, c'est qu'ils s'attaquent à cet élément mystérieux, intangible, essentiellement libre, la génération. Tout système ayant pour but d'influer directement sur la natalité est destiné à se heurter à des impossibilités ou à tomber dans le ridicule.

Quels sont les moyens proposés? Les uns prétendent, par des lois

fiscales, surcharger les célibataires, les ménages insuffisamment prolifiques, et les obliger ainsi à une multiplication forcée, dont le produit ne paraît point voué à un sort enviable. Mais, outre qu'il n'y a pas toujours de la faute des gens, quel gouvernement oserait imposer à ses sujets une contribution assez forte pour dépasser la charge que serait pour eux un nombre d'enfants déterminé? Cette façon de demander aux gens « la bourse ou la vie » a été la première en date des propositions repopulationnistes : son procès est clos depuis longtemps. Quant au système du dégrèvement proportionnel inscrit dans le projet d'impôt sur le revenu qui sera présenté aux Chambres pour 1904, il est inspiré par un esprit d'équité qui n'a rien de commun avec celui des promoteurs de la fécondité forcée.

D'autres, dont il est difficile de saisir le raisonnement, parce qu'il pèche par la base, ont proposé ce que l'on a très improprement appelé « le rétablissement du droit d'aînesse » — ce fameux droit d'aînesse ayant disparu depuis les temps obscurs de Jacob et d'Ésaü — et ce qui n'est autre que la liberté de tester. Si le législateur a limité le droit de tester, en cas d'existence de descendants, s'il a voulu assurer à chacun des enfants un minimum de la succession des parents, c'est qu'il lui a semblé qu'après avoir imposé la vie à des êtres qui ne la demandaient pas, il serait monstrueux de leur refuser, de propos délibéré, les quelques avantages correspondants. Il lui a semblé que les parents devaient racheter l'imprudence qu'ils avaient commise en procréant des enfants, par l'égale distribution entre eux du bien, tout aléatoire, qu'eux-mêmes avaient pû retirer de la vie. La liberté de tester, bien qu'elle doive être limitée par le sentiment de justice qui a protégé l'héritier réservataire, semble cependant soutenable en soi et paraît devoir faire partie du faisceau des libertés auxquelles a droit tout citoyen; mais nous ne voyons pas quel pourrait être son effet au point de vue du relèvement de la natalité. On dit et l'on répète que le bourgeois ne veut pas avoir beaucoup d'enfants, afin d'assurer à chacun la part plus grosse — ce qui est souvent vrai — et l'on pense que, s'il avait la liberté de tout donner à l'un et rien aux autres, il en procréerait, de ces autres, tant qu'on ne saurait plus où les mettre! C'est avoir une bonne opinion du sentiment paternel! L'indignation générale repousserait une semblable proposition, si jamais elle prenait corps devant une assemblée délibérante.

Il reste un dernier moyen, tout nouveau et déjà usé par l'emploi qu'en ont fait les humoristes de la plume et du crayon et les auteurs de revues de fin d'année : la décoration des mères de familles nom-

breuses, l'Ordre du Mérite Maternel. S'il est vrai que les Français ont l'amour des décorations, encore doit-on leur rendre cette justice qu'ils ne les apprécient qu'à la condition de les avoir obtenues par le minimum d'efforts. On a pu voir cependant des gens s'occuper d'agriculture pour obtenir le Mérite agricole; d'autres apprendre l'orthographe pour être dignes des Palmes académiques; d'autres se conduire en héros pour mériter la Croix d'honneur : si l'on instituait l'ordre du mérite des mères de famille, on courrait grand risque de ne le décerner qu'à celles qui ne l'auraient pas fait exprès.

Il faut en prendre son parti; non seulement on ne saurait relever la natalité par une intervention législative quelconque, mais encore la natalité est destinée à baisser. C'est le résultat d'une loi naturelle qui a été observée dans toute l'échelle animale : plus les espèces sont perfectionnées, moins elles sont prolifiques; c'est qu'aussi elles sont plus résistantes et la conservation de l'espèce s'assure ainsi, chez les animaux supérieurs, non plus par le nombre, mais par la qualité. Conduisons-nous en animaux supérieurs et soignons notre résistance avec notre qualité.

C'est là qu'est la solution du grand problème de la repopulation : naître peu, vivre beaucoup, diminuer la proportion trop forte de ceux qui ne font qu'apparaître, de ceux dont le passage est court, de ceux dont le séjour est inutile. La protection de l'enfance, l'hygiène de la jeunesse, la prévoyance pour l'âge mûr, tels sont les moyens qui nous semblent le plus efficacement destinés à augmenter la population, non par la procréation en masse de ceux qui ne sont pas, mais par la conservation de ceux qui sont, les seuls qui ont droit à la vie et qui ont droit à la vie la meilleure possible. Il nous semble que tout effort tenté dans une autre direction est frappé d'avance de stérilité.

Nous n'avons voulu faire qu'une préface, indiquant les éléments qui nous semblaient devoir être éliminés. Quant au reste, nous laissons le sujet à traiter aux hommes compétents dans chacune des branches intéressées à la question.

---

## M. le Dr COURJON

Directeur de l'Établissement médical de Meyzieux

ET

## M. Louis GRANDVILLIERS

Directeur de l'annexe Médico-Pédagogique de l'Établissement médical de Meyzieux


### DES PROJETS AYANT POUR BUT D'ACCROITRE LA POPULATION ET DE L'INTERVENTION DU LÉGISLATEUR [614.1]

— *Séance du 8 août* —

Avant que soit abordée l'étude de ce sujet tout d'actualité : « Les projets ayant pour but d'accroître la population et de l'intervention du législateur », nous demandons la permission de soulever une question préjudicielle.

Avant de songer à accroître le chiffre de la population de notre bien-aimée Patrie — ce qui nous paraît urgent — on pourrait se demander si, dans l'état social actuel, toutes les forces vives de la nation sont mises en pleine valeur.

Nous pouvons, à cette question, répondre par la négative.

En 1901, au Congrès d'Ajaccio, nous avions l'honneur de vous entretenir des enfants anormaux. Nous désirons revenir sur le sort fait à ces malheureux. Nous tenons, devant vous savants, devant vous philanthropes, à venir dire que, tant que la France n'aura pas su ou pu assurer à tous ses enfants existants l'intégral développement de leurs facultés productrices, elle n'aura pas plus à se préoccuper d'accroître son capital-hommes qu'un citoyen riche, possesseur de capitaux improductifs, n'aurait besoin de chercher à augmenter sa fortune.

Il existe un grand nombre de non-valeurs sociales, d'intelligences en friche, pour lesquelles nous demandons les moyens de se développer et de devenir des valeurs, des intelligences cultivées, venant augmenter le capital social. Restera-t-on longtemps encore sourd à notre appel? Nous ne le croyons pas, car déjà cet appel commence à être entendu et compris. Déjà il s'est trouvé des Français, des patriotes conscients qui, comme nous, jugent que c'est une honte pour la France de se laisser distancer sur le terrain de l'assis-

tance et de l'éducation des enfants anormaux; c'est une honte et une maladresse ; c'est une mauvaise action de ne pas porter secours à ceux qui peuvent être sauvés; c'est un mauvais calcul de ne pas utiliser toutes les forces vives de la nation.

On nous objectera que les budgets d'assistance sont limités, que leur élasticité a des bornes et qu'on va au plus pressé, ne pouvant subvenir à tous les besoins.

Soit.

Mais ne serait-ce pas un acte de bonne gestion des deniers des pauvres que de faire donner l'éducation pendant quelques années à des anormaux indigents et, suivant l'admirable programme tracé par Séguin :

« De les rendre capables de devenir des hommes utiles, fût-ce « dans les positions les plus humbles, dans les emplois les plus « modestes et les plus simples; de leur donner la capacité de faire « un travail dont le produit compense leur consommation. »

Cela vaudrait mieux, au strict point de vue économique, que de les assister leur vie durant; cela vaudrait mieux que d'imposer aux contribuables les charges qui incombent aux budgets des tribunaux et des maisons de répression par suite des écarts de conduite de ces malades; cela vaudrait mieux que de laisser ceux-ci compromettre la sécurité sociale en les abandonnant à des impulsions perverses auxquelles ils pourraient être mis en état de résister.

Nous ne voulons pas abuser de votre bienveillante attention; à tous ceux d'entre vous que ces quelques paroles auraient frappés, nous nous ferons un plaisir d'adresser sur leur demande les brochures dans lesquelles nous avons traité tout au long la question que nous nous sommes bornés aujourd'hui à soulever, à poser. A tous ceux qui voudront bien nous faire l'honneur d'une visite, nous ferons constater *de visu* les résultats qu'on peut obtenir avec les anormaux.

Et, pour conclure, nous vous demanderons de reprendre une fois de plus les vœux que divers Congrès ont déjà émis sur notre demande :

Le Congrès émet le vœu :

1° Que l'éducation et l'assistance des anormaux soient rendues obligatoires;

2° Que les pouvoirs publics votent les crédits utiles pour la fondation d'asiles-écoles interdépartementaux ;

3° Que, transitoirement, l'État, les départements et les communes inscrivent à leur budget les sommes nécessaires pour placer les enfants anormaux peu fortunés dans les asiles-écoles privés existants.

# M. J.-B.-U. CASTAIGNET

Artiste Peintre à Bordeaux

## L'ENSEIGNEMENT DE LA DÉCORATION AUX COURS D'ADULTES DE LA SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE DE BORDEAUX (CLASSE DES FEMMES) [745]

*— Séance du 8 août —*

Le décor est né avec l'homme. Il a été la première forme de l'Art.

Placé au milieu de cette nature si belle, frappé par tant de merveilles, l'homme a vu partout autour de lui des éléments décoratifs. Irrésistiblement il s'en est emparé, il les a imités pour orner sa personne, sa compagne, son habitation.

Aujourd'hui plus que jamais l'Art est devenu un besoin; plus que jamais la décoration pénètre dans nos demeures et devient un art domestique et familier.

Pour favoriser cette entrée amicale de l'Art dans notre intimité, un intermédiaire précieux et charmant est là, près de nous, qui veut que notre intérieur plaise et qui nous le ménage plein de sourires et de douces pensées une fée dont le tact et le cœur opèrent des miracles d'ordre, d'élégance et de grâce : nous avons nommé la femme.

A ce titre, entre tant d'autres, l'Art est essentiellement apaisant et moralisateur. Il est la poésie du foyer et nous devons lui faciliter l'accès de notre logis, lui en ouvrir les portes toutes grandes.

La femme a le goût inné. Il éclate sur sa personne et dans sa parure; il rayonne dans sa maison.

Eh! bien, la femme à qui son état permet d'exercer cette faculté native, considérera comme un devoir pieux et doux de *créer* des embellissements, de composer elle-même des ornements, qui rempliront son habitation d'une atmosphère de charme et de paix : on ne saurait trop l'inciter à diriger vers cette noble occupation son sentiment du Beau.

Sans doute elle devra faire l'étude nécessaire au développement, au perfectionnement de son goût; elle devra l'épurer, l'affiner. Sans doute, il lui faudra faire vaillamment et patiemment l'effort *personnel.*

Et que ne le ferait-elle?

S'entourer d'objets, de bibelots, de riens exquis, décorés de sa

main, quelquefois avec une science modeste, toujours avec son esprit et son cœur; vivre dans ce parfum d'art intime, familial, où flottera comme une émanation d'elle-même : quel rêve! quelle saine volupté!.,. Il en résultera toujours pour son âme délicate, tendre, élevée, des jouissances insoupçonnées, incomparables, et souvent la révélation d'un talent qui ne demandait qu'une occasion pour éclore et se manifester

***

Notre classe de jeunes filles, à la Société Philomathique de Bordeaux, a justement pour objet de développer le goût par l'étude de la décoration domestique, introduction naturelle d'ailleurs aux études plus savantes de l'Art industriel proprement dit et qui y prépare normalement celles que d'incontestables dispositions autorisent à suivre cette voie.

Les élèves y apprennent que l'Art a pour but l'expression du Beau, que le Beau est autour de nous; qu'il s'agit de le découvrir, de le *voir* et de le distinguer de ce qui n'est pas le Beau; qu'on y parvient par l'observation attentive et logique de la nature, cette source inépuisable de beauté et de grâce et que l'artiste peut faire siennes cette grâce et cette beauté, en les transportant dans ses ouvrages, en marquant ceux-ci d'une note originale, d'un accent personnel.

Tel est l'esprit de ce cours dont nous allons, en quelques mots, exposer le programme, en l'accompagnant des règles générales qui président à l'éducation de l'œil, qui est appelé à la délicate mission de diriger la main et aux exercices de la main qui a le devoir d'obéir à son guide avec soumission et avec confiance.

Le programme de notre cours de peinture décorative est limité à l'étude de la *plante vivante*.

Notre enseignement comprend deux parties distinctes se faisant suite, deux degrés se complétant l'un l'autre :

1° Études d'après nature de la plante proprement dite;

2° Exercices de composition.

***

## I. — ÉTUDE DE LA PLANTE VIVANTE

Formes; valeurs; couleur. — Éducation de l'œil; manière de regarder. — Genres; procédés. — Lois d'exécution. — Recherche du caractère décoratif.

Nous regardons une rose. Nous la trouvons belle. Par ce seul fait nous pouvons affirmer qu'elle contient des éléments de beauté. Ce

sont ces éléments soupçonnés, devinés, que nous devons chercher à découvrir, pour les traduire et les révéler à ceux qui n'ont point aperçu *notre* beauté.

Trois choses concourent à la rendre tangible : la *forme*, les *valeurs*, la *couleur*.

Il y a deux sortes de formes : la forme *réelle*; la forme *apparente*.

*a)* La forme réelle, c'est-à-dire la forme physique, ou de construction, celle que *voit* un aveugle par le toucher, en suivant avec ses doigts les contours et les reliefs.

Cette forme est une et invariable.

C'est à elle que nous demanderons le secret de la constitution, de la structure de notre fleur. C'est d'elle que nous apprendrons comment les pétales s'attachent au calice, comment les feuilles s'insèrent dans la tige. C'est elle encore qui nous dira comment croît et se modifie chaque espèce et qui nous révélera la puissance vitale des tiges, des feuilles, des corolles, depuis la naissance du bourgeon jusqu'à son éclosion et à son complet épanouissement; toutes choses expliquant la vie matérielle de la plante et dont la connaissance nous est nécessaire pour notre instruction artistique et nous ménage d'ailleurs les plus intéressantes surprises.

*b)* La forme apparente, c'est-à-dire l'aspect spécial de la plante placée en un point déterminé et aperçue d'un autre point déterminé.

Contrairement à la première, cette forme est essentiellement variable. Elle se modifie chaque fois que l'objet change de place par rapport au spectateur, et réciproquement.

Le nombre des formes apparentes, ou aspects, est donc illimité.

C'est cette infinité de formes, c'est cette mine inépuisable que nous avons à notre disposition pour y chercher la beauté. C'est là que nous choisirons les attitudes gracieuses, les élégantes souplesses, les mouvements simples, aimables, exprimant à la fois la vie et les physionomies caractéristiques et décoratives de notre modèle. C'est à cette source que nous puiserons nos idées et nos inventions.

Mais, prenons bien garde! A notre insu, une lutte va s'engager entre notre œil qui voit la fleur telle qu'elle apparaît sous l'aspect spécial que nous avons choisi et notre esprit qui, ayant plutôt conscience de la forme réelle, tend à lui donner la prépondérance.

Tout en constatant que la forme apparente qu'il voit est une conséquence de la forme réelle, l'œil doit bien se convaincre qu'il voit exclusivement une des formes apparentes et nullement la forme réelle que la pensée ou le toucher seuls peuvent percevoir.

Qu'il ne se laisse donc pas aveugler, ou, plutôt, qu'il voie par lui-

même, et non par l'intermédiaire du cerveau. Tandis que la forme réelle lui présente des pétales identiques, il doit se rendre compte que ces pétales, construits semblablement par la nature, présentent néanmoins des aspects très divers, par suite de leurs positions respectives. L'un paraît dans toute sa longueur, l'autre ramassé sur lui-même par l'effet du *raccourci*; tel est infléchi ou replié; tel autre se tord en hélice, ou se roule en cornet; je vois celui-ci large suivant sa face, celui-là mince suivant son profil; cet autre, vu de trois quarts, présente une forme inattendue, innommable, variété infinie découlant d'une forme invariable, la forme réelle, qu'on doit toujours pouvoir deviner dans la multitude des aspects, sans que cette variété en soit diminuée.

***

Quand l'œil sera suffisamment renseigné sur le sujet, qu'il l'aura observé, qu'il le *saura* et sera sûr de le voir par lui-même et par lui seul, la main pourra, ous sa direction, tracer l'image du modèle, son apparence *actuelle*.

Qu'il considère alors l'ensemble simplement, pour que la main traduise simplement; qu'il néglige tout ce qui n'appartient pas à la beauté de la forme, pour que la main exprime cette beauté, sans être influencée par tel accessoire qui ne mérite pas l'attention, par tel détail que l'œil ne voit que s'il le fixe isolément; accessoire et détail qui ne sauraient concourir à la mise en relief de la beauté.

C'est ainsi que la main tracera les grandes lignes déterminant l'emplacement de l'image, pour y indiquer, à leurs places respectives, et avec leur importance relative, les parties principales et traduisant succinctement, mais fidèlement, ce qui distingue l'aspect actuel de tous les autres.

Ce premier travail, sans lequel aucun dessin n'est possible, constitue l'*esquisse*, c'est-à-dire le canevas, la silhouette d'ensemble.

***

La lumière venant frapper notre modèle suivant une direction déterminée, nous constaterons la présence de parties plus ou moins éclairées, d'autres parties plus ou moins dans l'ombre, suivant l'importance des reliefs et des creux de la forme réelle, en un mot des degrés d'intensité très divers.

Ces degrés d'intensité se nomment *valeurs*.

Les valeurs se divisent en lumières, ou valeurs claires, en ombres,

ou valeurs foncées, et enfin en demi-teintes, ou valeurs intermédiaires.

Mais il ne suffit pas de savoir que les valeurs sont multiples, il faut savoir les regarder et les comparer entre elles, pour attribuer à chacune son rang exact d'intensité.

C'est en comparant les valeurs entre elles que nous les jugerons équitablement. Quand on veut comparer deux étoffes, on les rapproche l'une de l'autre. Pouvons-nous rapprocher toutes les valeurs que présente un objet? — Oui, en les regardant toutes à la fois, en ne les fixant pas individuellement. Si nous fixions l'objet successivement dans toutes ses parties, nous distinguerions les détails presque aussi bien dans l'ombre que dans la lumière. Le contraste entre la lumière la plus claire et l'ombre la plus foncée serait très notablement amoindri et toute notre gamme serait fausse.

C'est donc encore en embrassant le tout d'un seul regard, sans rien fixer, comme dans l'esquisse, que nous percevrons les valeurs avec justesse et qu'entre les deux extrêmes nous pourrons classer tous les degrés intermédiaires.

Nous remarquerons entre autres choses qu'une valeur, claire par elle-même, paraîtra, par opposition, plus claire encore à côté d'une valeur foncée et, réciproquement, qu'une valeur foncée gagnera en intensité par le voisinage d'une valeur claire. Par contre, nous verrons qu'une seule touche plus claire dans une partie déjà lumineuse en augmente sensiblement l'éclat et qu'une touche plus intense dans une ombre ajoute à l'intensité de cette ombre. Le tout sans préjudice de l'influence directe du clair sur le foncé dans certaines circonstances de voisinage et se manifestant par des reflets.

Les valeurs étant subordonnées, d'un côté, à la direction de la lumière, d'un autre côté aux reliefs et aux creux plus ou moins prononcés du modèle, si nous reproduisons ces mêmes valeurs à leurs places respectives, avec leur forme et leur importance relative d'intensité et d'étendue, nous obtiendrons l'effet, c'est-à-dire la représentation de celle des formes apparentes qui nous intéresse, l'aspect choisi par nous, son image actuelle parfaitement fidèle.

Voilà pour l'harmonie des valeurs.

***

Reste à examiner la *couleur*.

Il y a danger en peinture à conserver présent à l'esprit, d'une façon trop exclusive, le nom qu'on donne à une couleur dans le langage ordinaire.

Les nuances étant multiples sur un même objet qualifié *rouge*, une fleur par exemple, il s'agit de ne pas s'en tenir à l'appellation de rouge pour chacune de ces nuances. On serait exposé à croire cette fleur du même ton dans toutes ses parties et à l'exprimer avec une couleur de la palette portant le même nom, purement et simplement.

Or, outre que les points éclairés et les parties dans l'ombre ne peuvent pas être également rouges, ces tons sont tous différents des matières rouges qui sont sur la palette.

Il ne faudrait donc pas admettre non plus que celles-ci, plus ou moins additionnées de blanc ou de noir, suffisent, sous le prétexte qu'on les nomme rouges, pour traduire les lumières et les ombres de notre fleur.

Les tons ainsi obtenus, si justes qu'ils puissent être en tant que *valeurs*, seraient d'une crudité toute matérielle et d'une monotonie banale, qui exprimeraient, non pas une fleur rouge, mais une matière rouge en forme de fleur.

C'est mieux que la crudité et la monotonie qu'il nous faut : il nous faut la distinction et l'harmonie ; il nous faut la représentation de la matière spéciale, du tissu dont notre fleur est faite, avec sa couleur, mais aussi et surtout avec sa finesse, son velouté, sa souplesse, c'est-à-dire sa vie. Il nous faut cette unité qui semble l'envelopper d'une même lumière, tout en laissant à chaque détail son caractère spécial, avec l'accent ou la sourdine qui lui convient.

Dans les valeurs claires, la couleur sera plus perceptible, plus palpable, plus incontestable ; elle méritera davantage son nom. Elle deviendra de plus en plus incertaine, de plus en plus neutre, de plus en plus innommable, au fur et à mesure qu'elle passera dans les ombres.

Le rouge dans l'ombre n'est donc pas simplement du rouge plus foncé que celui qui est dans la lumière : il est surtout plus neutre, c'est-à-dire modifié par des nuances étrangères au rouge.

Pour se défendre de la tendance à faire une rose rouge exclusivement avec cette couleur plus ou moins atténuée ou accentuée par du blanc ou du noir, le mieux est de rechercher, par comparaison, tout ce qui, dans cette rose, n'est justement pas rouge à proprement parler.

Il en résultera la constatation d'un grand nombre de tonalités nécessitant un *mélange*, c'est-à-dire la modification du rouge au moyen de couleurs autres.

Le mélange des couleurs ! Terreur des commençants, qui s'inquiètent de savoir ce qu'ils vont bien pouvoir mélanger.

Ne vous préoccupez pas outre mesure du mélange. Songez avant tout à instruire votre œil. Plus il s'exercera, plus il verra la véritable qualité des tons et leurs nuances relatives : et c'est lui qui se chargera d'indiquer à votre main quelles couleurs de la palette paraissent avoir une parenté avec ces nuances. C'est lui qui fixera le dosage et les proportions.

Par l'observation, l'œil appréciera l'influence des tons les uns sur les autres : d'un côté, accentuation du contraste de deux tons opposés par le seul fait de leur voisinage; d'un autre côté, augmentation d'intensité d'une valeur claire ou d'une valeur foncée par l'adjonction sur le champ de cette valeur, d'une simple touche plus lumineuse ou plus sombre; enfin, modifications produites par l'action des reflets.

Ce sont ces divers phénomènes qui constituent l'harmonie.

Parfois l'harmonie, bien établie dans l'ébauche, semble faiblir. Tel ton qui était juste tout à l'heure, nous paraît faux maintenant, sans que cependant votre pinceau l'ait modifié.

C'est que vous avez détruit l'harmonie en modifiant les valeurs voisines; votre ton n'est plus au rang qui lui convient. Rétablissez la relation première et il redeviendra juste.

L'expérience nous montrera aussi la part d'influence qu'exerce l'œil lui-même sur l'harmonie, quand, impressionné par les divers tons d'un sujet, qu'il embrasse, qu'il enveloppe d'un seul regard, il transporte inconsciemment un peu de chacun d'eux sur tous les autres.

Et c'est encore par un regard d'ensemble que l'œil jugera normalement des relations des tons entre eux et du rôle exact de chacun dans l'harmonie.

***

Nous avons parlé des formes, des valeurs, de la couleur et du moyen — toujours le même — de les percevoir normalement. Parlons maintenant des genres, des moyens d'exécution, et des lois qui les régissent.

Les genres et les procédés d'exécution sont subordonnés au goût, aux moyens, au mécanisme de chacun. Tel maniera de préférence le crayon; tel autre la peinture à l'huile. L'aquarelle sera plus accessible à tel autre; un quatrième réussira mieux le pastel, ou le fusain. De même, plusieurs exécutants dans le même genre présenteront autant de factures, d'*écritures* différentes, comme plusieurs musiciens, sur le même instrument et pour la même mélodie, auront autant d'expressions et de jeux particuliers.

Ce qu'il importe de préciser, ce sont les *lois* d'exécution qui sont les mêmes pour tous les genres, et quel que soit le procédé employé.

L'artiste devra, au préalable, observer longuement son modèle, et s'étudier à en synthétiser le caractère. C'est ainsi qu'il apprendra à écrire le trait franchement, sans hésitation et sans précipitation, avec le calme et l'assurance de celui qui a mesuré le chemin à parcourir et calculé la façon la meilleure pour lui de le parcourir.

Le trait devra obéir aux mouvements du modèle et rester conforme à sa physionomie. On évitera d'arrondir les angles; on les accentuera au contraire. A cet effet, bien se rendre compte du cintre des courbes, qu'on a la tendance à exagérer, à tourmenter et, par conséquent, à compliquer. Expliquons au lieu d'embrouiller; que la simplicité des moyens soit l'objet de notre constante application.

Une fois le trait indiqué, mettons exactement à leurs places respectives les valeurs d'ensemble, c'est-à-dire un ton dans le champ de la lumière, un ton pour l'ombre, un troisième pour la demi-teinte. Puis, faisant marcher le tout de front, recherchons dans ces valeurs principales les nuances qui, sans sortir de l'effet d'ensemble, concourent à l'intérêt, au caractère, et donnons à chaque valeur, en même temps que son rang légitime, son degré exact de fermeté ou de moelleux. La fermeté prodiguée deviendrait de la dureté; trop de moelleux se traduirait par de la mollesse.

Estomper les ombres pour rendre leur transparence et le peu de relief qu'elles laissent voir; écrire plus lisiblement au fur et à mesure qu'on arrive aux demi-teintes, et surtout aux tons de la lumière.

De même si nous passons à la couleur.

Prenons, par exemple, la peinture à l'huile. Nous opérerons dans les ombres au moyen de frottis légers; dans la lumière, au contraire, et surtout pour les accents, nous procéderons au moyen de demi-pâtes, de touches alertes et vives, en évitant toutefois les empâtements exagérés, qui seraient un aveu d'impuissance. Demander à des épaisseurs de matière de vouloir bien accrocher brutalement au passage le jour qui éclaire notre toile serait déclarer ne pouvoir imiter sans subterfuge la lumière qui éclaire le modèle. Le subterfuge n'atteindrait d'ailleurs pas le but. Il procurerait un effet lourd et raboteux, alors que tout dans la nature semble enveloppé et comme caressé par un doux voile de mousseline (1).

(1) Ces indications ne s'appliquent, bien entendu, qu'à la peinture à l'huile. Il ne saurait être question de frottis, et surtout d'empâtements, pour l'aquarelle, où l'on procède par transparence et superpositions de tons sans épaisseur et où les accents lumineux s'obtiennent en réservant provisoirement le papier blanc à la place convenable, sauf à mettre ensuite au point la froide blancheur des parties réservées.

En résumé : variété de formes, de valeurs, de couleur; variété dans la fermeté et dans le moelleux; le tout exprimé au moyen de touches variées elles-mêmes, différentes de taille, de direction, de groupement, d'écartement ou de rapprochement, toutes en rapport avec la manière d'être de l'objet dans ses diverses parties relativement à l'ensemble, et constituant le *modelé.*

Et, quand nous parlons de variété, nous ne voulons pas dire qu'il faut multiplier les touches sous prétexte de *finir.* Finir, c'est simplifier le travail matériel, c'est dissimuler les coups de pinceau en réduisant avec esprit la facture à sa plus simple expression, au point de l'annuler en apparence.

***

Nous voici renseignés sur la manière de voir la nature et sur les lois d'exécution.

Prenons maintenant notre fleur à la main, cette fleur que nous trouvons si belle. Observons-la attentivement, mais sans esprit d'analyse, pour en dégager les grandes lignes. Elle nous apparaîtra bientôt sous un aspect décoratif, accentué par la mise à néant de tout ce qui n'est pas l'allure, le sens, le type de notre fleur.

Étudions la souplesse de sa tige, suivons le mouvement de ses pétales, pénétrons la délicatesse de ses nuances et, peu à peu nous découvrirons la raison de sa beauté, le secret de sa grâce. Ils résident surtout dans la simplicité avec laquelle nous l'aurons regardée — et c'est pourquoi la simplification raisonnée de la facture s'impose. — Remarquons telle attitude plus particulièrement séduisante, tel aspect mis en évidence par un heureux effet de lumière; choisissons celles de ces apparences qui nous paraîtront mériter le plus notre admiration; traduisons tout cela avec notre âme, sans oublier la forme, mais de manière qu'elle soit principalement l'expression juste de la souplesse, de l'allure du modèle et, de la fleur la plus modeste, de la plante la plus humble, naîtront sous nos doigts, encore que mal assurés, les formes les plus charmantes, les nuances les plus fines.

Et aussitôt dans notre pensée surgira le rêve, bien défini cette fois, d'orner un objet de notre choix avec ces éléments de beauté. Nous recueillerons toute cette moisson pour l'en enrichir, nous réunirons tous ces organes pour l'animer du mouvement et des palpitations de la vie. Nous ferons un tout pittoresque, ingénieux, imprévu, qui sera devenu nôtre par l'intervention de notre âme et dont la vue désormais et la possession nous procureront la plus suave, la plus légitime jouissance.

## II. — Études de composition

**Consultation des œuvres des maîtres ; lois établies par eux. — Style. — Initiative ; faculté créatrice. — Conclusion.**

Par la foi en la beauté, constatée dans la nature, et la possibilité de la pénétrer et de la traduire au moyen de l'observation et de l'étude, nous aurons été amenés tout naturellement à la décoration. L'idée de l'art nous aura conduits à celle de la création artistique. Ces deux idées sont, en effet, inséparables.

L'homme, avons-nous dit, a vu dans la nature une source intarissable d'éléments de décor. La civilisation lui a fait produire, à travers les siècles, des chefs-d'œuvre qui provoquent notre admiration. Aussi, pour guider notre goût et favoriser son éducation, devrons-nous consulter, en même temps que la nature et les lui comparer, le plus grand nombre possible d'ouvrages des maîtres, non point, certes, pour les copier, mais pour étudier et nous assimiler les méthodes et les lois de création.

Nous y verrons que le bons sens, le sentiment de la mesure et de l'ordre y règnent souverainement. Ils nous apprendront que toute œuvre d'art comporte nécessairement des contrastes se faisant valoir mutuellement, en même temps qu'une harmonie et une unité parfaites ; contrastes et harmonie de lignes, de valeurs, de couleur.

En ce qui concerne la décoration proprement dite, ces œuvres nous révéleront les lois de pondération et de proportion, en vertu desquelles les éléments d'un décor doivent, au moyen d'un heureux balancement de lignes, remplir suffisamment, sans l'encombrer, la place qui leur est destinée ; le tout sans confusion et de telle sorte que l'intention y soit clairement indiquée par le voulu et la franchise de l'exécution. Ces ouvrages des maîtres nous diront qu'il faut adapter le modèle à sa fin ; que le décor doit être en parfaite harmonie avec la forme, la nature et la destination de l'objet qu'il est appelé à embellir ; que tel décor ne saurait s'appliquer à une forme ou à une destination autres, bien que, pour un même objet, la décoration puisse être variée à l'infini.

Nous aurons alors l'idée du *style*, qui n'est autre chose que la juste appropriation d'un ornement à un objet et au rôle qu'il doit jouer : lequel ornement, dicté par le goût, l'instinct, voire même par la fantaisie, doit toujours satisfaire aux règles d'ordre, de mesure, d'unité, de simplicité, qui sont les lois fondamentales de la beauté. — Nous aurons la clef de l'*Art décoratif*.

Nous nous souviendrons que chaque époque a eu son style, que chaque pays a les siens, c'est-à-dire des éléments de décor d'un caractère spécial à chaque époque, à chaque pays, originalement interprétés, les uns tirés de la nature, les autres empruntés à la géométrie, d'autres enfin, — comme dans le style appelé « art nouveau » — inventés par le caprice et la fantaisie.

Nous n'imiterons de parti pris aucun de ces styles; mais nous pourrons puiser, dans une idée déjà exprimée, une idée nouvelle, provoquée par notre initiative.

***

L'initiative : telle est, la faculté qu'il est urgent de développer désormais, pour acquérir la faculté créatrice et nous élever au-dessus de la copie. La copie, l'imitation servile sont contraires à la fécondité de l'art. La décadence dans l'art a toujours eu pour cause l'imitation des chefs-d'œuvre, dont l'existence a quelquefois poussé l'homme à les admirer, non pour en inventer de nouveaux, mais pour les reproduire servilement.

Or, comment acquérir la faculté créatrice? — Au moyen de l'effort personnel; en évitant les redites, les compilations, les formules convenues; en oubliant la lettre du *déjà vu;* en s'exerçant à des arrangements inédits, à la recherche de dispositions originales faisant valoir les éléments de décor à utiliser; en adaptant ces éléments à la chose à orner, de manière à ce qu'ils fassent corps avec elle, sans que leur nature essentielle en soit altérée.

Pas n'est besoin, en effet, pour composer, de déformer la nature au point d'altérer la vérité. Il faut, au contraire, épurer cette vérité, et rejeter bien loin l'étrangeté, les exceptions grotesques, les difformités et, en général, tout ce qui ne saurait concourir à un embellissement et satisfaire au plaisir des yeux.

On pourra, pour cela, utiliser : soit la nature proprement dite, entrevue normalement, et interprétée avec esprit et originalité; soit la nature modifiée, transformée, la nature *stylisée* — non tourmentée, ni altérée —; le tout en raison de l'objet au caractère duquel nous lui demandons de se plier pour l'embellir.

***

Pour frapper l'imagination et la vue de nos élèves, pour aider leur mémoire et meubler leur cerveau, nous leur faisons des explications orales, accompagnées de figures et de croquis au tableau noir, sur les principes de traduction, d'interprétation, de stylisation de la

plante et sur les multiples applications que l'on peut faire, les partis divers qu'on peut tirer d'un modèle unique.

Nous mentionnons également cette autre source d'ornements, les premiers employés par l'homme : la ligne et ses dérivés, tels que les *entrelacs*, les *postes* ou *flots*, les *écailles*, les *grecques*, etc.

Ces divers systèmes peuvent être employés séparément ou combinés, à la condition, comme nous le disons plus haut, que l'idée de l'artiste sorte claire et précise de la combinaison, que la composition soit explicite et intentionnelle et qu'au résultat l'ensemble reste homogène, harmonieux, agréable à voir.

En d'autres termes on pourra, suivant le cas ou l'inspiration : soit rechercher une composition pittoresque, non symétrique, contenant le « beau désordre » du poète ; soit utiliser la *symétrie*, la *répétition*, l'*alternance*, le *rayonnement*, la *gradation* ; soit enfin manier adroitement ces divers modes, avec ou sans le concours de l'ornement purement géométrique.

***

L'initiative développée donnera la confiance en soi, la conviction indispensable pour faire une œuvre d'art, si simple qu'elle soit et quelque modeste que puisse être l'objet auquel on l'applique : confiance et conviction qu'on devra surveiller et régler pour rester dans l'ordre et dans l'esprit de la loi.

On acquerra par le travail, en même temps que la connaissance des lois de création, les moyens permettant le maniement de l'outillage et des matières nécessaires, au point de s'en servir, pour ainsi dire, sans penser qu'on s'en sert, comme on tient une plume pour écrire, comme on met une jambe devant l'autre pour marcher.

On s'élèvera peu à peu au-dessus de la matière ; on se mettra en communion intime avec la beauté et on affrontera avec un intérêt toujours croissant les études techniques relatives à la décoration industrielle.

Et, si cette carrière paraît à la jeune fille trop pleine d'aléas, le bénéfice de ses efforts ne sera pas perdu : elle travaillera pour elle-même, pour son chez soi ; elle égaiera la maison de ses mélodies gracieuses ; elle sera la muse du foyer, où chaque décor nouveau apportera un attrait, une vibration de plus, qui deviendra un sanctuaire d'un prix inestimable, dont elle sera la prêtresse, sur les joyaux duquel seront inscrits par elle-même quelques-uns des instants les plus doux de sa vie de jeune fille et le récit des circonstances gaies, quelquefois tristes, hélas! — toujours chères — qui

auront entouré l'exécution de chacun de ses ouvrages. Quelques-uns de ceux-ci auront été porter à des compagnes préférées le gage de l'amitié, de l'affection; et tous ces souvenirs seront pour elle le meilleur de son existence. L'art, qui l'aura charmée naguère, quand elle en étudiait les lois et qu'elle en pénétrait les secrets, la charmera encore par l'évocation des heures exquises consacrées à le cultiver.

---

## M. Alexis GOURHAN

à Bordeaux

### L'ENSEIGNEMENT DE LA SCIENCE DU COMMERCE [370.380]

*— Séance du 10 août —*

On conteste souvent que le commerce soit une science spéciale, distincte des autres, et l'on semble croire qu'il est plutôt un ensemble de connaissances générales, une sorte de mélange de notions disparates.

On serait tenté, à première vue, de donner raison aux détracteurs de cette science, car un examen superficiel des faits semble démontrer qu'elle emprunte toutes ses théories aux autres sciences : au Droit, celles qui sont relatives aux obligations et prérogatives des commerçants, aux contrats de sociétés, de ventes, de transports, d'assurances maritimes, de change; à l'Économie politique, celles qui ont trait à la production des richesses, à la circulation, au crédit; à la Géographie, celles qui concernent la puissance productive de tous les pays, leurs moyens de communication, leurs ports; aux Mathématiques, ses procédés de calcul; mais il en est de la science du commerce comme de ces composés chimiques constitués par la combinaison de plusieurs corps simples qui ont perdu, en se combinant, leurs caractères particuliers pour devenir un corps nouveau ayant un aspect et des propriétés distinctes; elle est formée par la synthèse de plusieurs connaissances diverses, mais constitue une science spéciale ayant ses règles et sa technique propres.

Ainsi le Droit, en matières de ventes, nous apprend quelles sont les prérogatives et les obligations des parties; il nous donne la solution des difficultés qui peuvent surgir lors de l'exécution de ce con-

trat; le commerce nous fait connaître, sur le même sujet, les usages des places, les monnaies, poids et mesures des différents pays, les documents qui constatent les opérations d'échange; son champ d'action est donc parfaitement distinct de celui du Droit.

Le commerce est la science de l'administration des capitaux des entreprises créées en vue de l'échange et du transport des produits: il est, pour employer une expression plus usuelle, la science des affaires.

L'enseignement du commerce doit être à la fois théorique et pratique.

L'enseignement théorique du commerce comprend trois parties principales que l'on peut ainsi distinguer :

1re partie. — Opérations commerciales.

2e partie. — Mathématiques commerciales.

3e partie. — Comptabilité.

La première partie a surtout pour objet l'étude des capitaux, moyens d'actions des entreprises; de leur division en capitaux immobilisés, disponibles, engagés; des différents aspects sous lesquels ils se présentent généralement : matériel, espèces, marchandises, consignations, prêts; des mouvements qui leur sont imprimés par les administrateurs; des éléments constitutifs de leurs prix de revient: elle comprend aussi l'étude des documents commerciaux.

La deuxième partie traite des méthodes de calcul rapide, des opérations de bourse et de change, de l'établissement des comptes-courants et d'intérêts, des opérations financières à long terme.

La troisième partie comprend l'étude de la comptabilité, qui a pour objet l'enregistrement méthodique sur des comptes et des livres des mouvements imprimés aux capitaux, dans le but de les contrôler et d'en connaître les résultats.

L'idée maîtresse de ce programme et l'objectif de l'enseignement théorique du commerce doit être de former des administrateurs de capitaux, et il est peut être intéressant de rechercher comment l'étude des mathématiques commerciales et de la comptabilité peuvent, aussi bien que celles des opérations commerciales, contribuer à ce résultat.

On s'imagine difficilement un commerçant inapte au calcul mental ou aux procédés de calcul rapide, car concevoir une affaire, c'est la chiffrer aussi rapidement que possible; c'est supputer le bénéfice présumé; la promptitude dans la conception aussi bien que dans la réalisation d'une affaire est souvent la condition *sine qua non* du succès.

Les opérations de bourse et de change portent sur l'achat et la vente des fonds publics, des valeurs mobilières, des changes ; elles se rattachent aux mathématiques parce qu'elles donnent lieu à des calculs un peu plus compliqués que les opérations usuelles du commerce ; mais les capitaux du capitaliste et souvent aussi ceux du commerçant revêtent la forme de valeurs mobilières, les mouvements effectués sur ces valeurs de placement ou de spéculation sont considérables ; aussi l'étude de leur administration présente-t-elle un intérêt tout particulier.

L'étude de la comptabilité est aussi intimement liée à celle de l'administration des capitaux ; car comptabiliser, c'est enregistrer méthodiquement les mouvements qui leur sont imprimés ; le gérant d'une entreprise, connaissant bien les opérations qu'il a conçues, est, à cause de cela, plus apte à organiser et à tenir les comptes de sa gestion ; c'est pour cette raison qu'il est souvent appelé le comptable d'origine.

Pour comptabiliser correctement des opérations il faut en connaître le véritable sens et la portée ; aussi n'est-il pas possible d'enseigner les matières du programme de comptabilité sans enseigner simultanément celles des opérations commerciales ; ces deux enseignements se complètent et contribuent l'un et l'autre à former des administrateurs de capitaux.

L'enseignement pratique du Commerce est appelé Bureau commercial.

Le Bureau commercial a pour but d'initier les élèves aux travaux pratiques d'une maison de commerce.

Avant d'examiner quels sont les différents modes d'enseignement du Bureau commercial, il convient de déterminer si les opérations choisies pour servir de thème aux exercices pratiques doivent être réelles ou simulées, si elles doivent être quelconques ou conformes aux réalités de la pratique des affaires.

On a essayé de donner cet enseignement pratique dans des magasins réellement achalandés ; mais ces exercices, bien que profitables, sont cependant insuffisants, parce que le commerce de détail ou de demi-gros, sur un article spécial, ne constitue pas tout le commerce et qu'il est également nécessaire de pratiquer les opérations du commerce de gros et du commerce de banque que l'on ne peut pas, cela se conçoit, réaliser à l'école. Il faut donc renoncer à cette chimère, mais cependant s'efforcer de conformer les opérations simulées aux réalités de la pratique, sinon en mouvementant des capitaux réels, du moins en tenant compte le plus possible, dans les

opérations simulées, des prix exacts des marchandises ainsi que des taux de prêt, des tarifs de chemin de fer et, surtout, des courants commerciaux et des usages des places; il est important, à cet effet, de s'entourer de divers éléments d'information, tels que cote des changes, mercuriales, revues de marchés, etc.

Le mode le plus ancien d'enseignement du bureau commercial consiste dans la comptabilisation faite, par les élèves, d'opérations arrêtées d'avance par le professeur, qui les dicte dans leur ordre chronologique, en les commentant s'il y a lieu. Ce mode d'enseignement a l'inconvénient de ne laisser aucune place à l'initiative des élèves, car aucune opération ne doit avoir lieu en dehors du texte prévu, auquel il ne faut rien ajouter ni retrancher; il enlève toute préoccupation de gérance des capitaux, ne permet pas de faire suffisamment ressortir les rapports qui existent entre la gestion d'une entreprise et la comptabilité; il est plutôt un mode imparfait d'enseignement de la comptabilité qu'un mode d'enseignement du bureau commercial.

Un autre mode d'enseignement, antithèse du précédent, consiste à considérer chaque élève comme le gérant d'une entreprise dont il doit lui-même imaginer et comptabiliser les opérations simulées; chaque élève a, dans cette organisation, un rôle spécial; il y a les élèves marchands, les élèves commissionnaires, les élèves banquiers, courtiers, agents, et des relations s'établissent entre eux, comme cela a lieu ordinairement entre commerçants.

Ce mode d'enseignement a l'avantage de provoquer chez les élèves la réflexion, d'aiguiser leur imagination, de faire appel à leur esprit d'initiative et, cependant, les résultats ainsi obtenus sont plutôt médiocres, parce qu'il est rare de trouver, même parmi les meilleurs, des élèves capables d'imaginer et de conduire des opérations ayant l'apparence de la vérité; c'est là, assurément, leur demander de faire preuve d'une instruction théorique et d'une expérience qu'ils ne peuvent pas posséder, de sorte que c'est le professeur lui-même qui est obligé de conduire et de surveiller ces multiples opérations; il ne peut pas suffire à la tâche.

Le cours ainsi professé dégénère en leçons particulières forcément très courtes; beaucoup d'élèves, arrêtés par une difficulté, restent oisifs en attendant leur tour de consultation; c'est là un immense écueil au point de vue pédagogique. Le dernier mode d'enseignement du Bureau commercial, sorte de terme moyen entre les deux précédents, est de nature à donner de meilleurs résultats.

Il consiste à considérer les élèves et le professeur comme les

gérants collectifs d'une entreprise qu'ils administrent en commun; au début du cours, ils jettent les bases de l'opération, déterminent sa nature, ses moyens d'action; ils supputent la somme de frais généraux probables, évaluent le chiffre d'affaires qu'il serait nécessaire d'atteindre pour les couvrir; ils fixent le quantum des bénéfices. Aucun plan n'est arrêté d'avance, de sorte que les élèves, stimulés par leur professeur, souvent interrogés à cet effet, peuvent prendre beaucoup d'initiative; les élèves doivent, à tour de rôle, imaginer des opérations, indiquer à haute voix les écritures auxquelles elles donnent lieu, faire la correspondance; tout cela sous la direction du professeur qui rectifie les fautes commises. Le contrôle de la comptabilité est alors très facile, car il doit y avoir concordance entre les cahiers et les comptes tenus par les élèves.

Si la durée des études le permet, on peut ainsi organiser des exercices se rapportant à différents genres d'affaires de commerce et de banque; les élèves se forment ainsi un recueil d'idées précises et exactes sur l'administration des capitaux de ces diverses entreprises.

Le professeur n'ayant qu'à surveiller la marche d'une seule opération, peut en suivre facilement tous les détails; il peut prendre texte de tous les incidents que l'inexpérience des élèves aura fait naître ou qu'il aura provoqués lui-même pour entrer dans des développements dont toute la classe fera son profit; ce cours perd le caractère individuel qu'il avait précédemment et il devient une revision sous une forme palpable et vivante du cours théorique de commerce.

De cette courte étude, il ressort que ni l'enseignement de la comptabilité ni celui des opérations commerciales ou de mathématiques financières considérés isolément, ne constituent l'enseignement de la science du commerce; celui-ci résulte de la combinaison (si l'on peut s'exprimer ainsi) de ces trois enseignements dans une proportion que les professeurs sont appelés à déterminer. Il ne faut pas, en effet, que l'aboutissement de cet enseignement soit de former seulement des professionnels de la comptabilité, pas plus d'ailleurs que des commis exclusivement bons vendeurs ou des financiers; il faut qu'il forme des commerçants tout à la fois comptables, vendeurs, financiers, c'est-à-dire admirablement instruits dans la science de l'administration des capitaux des entreprises

---

M. T. LANG

Directeur de la Société d'Enseignement professionnel du Rhône, à Lyon

---

## ORGANISATION ET FONCTIONNEMENT DE LA SOCIÉTÉ D'ENSEIGNEMENT PROFESSIONNEL DU RHONE. — PRINCIPES DIRIGEANTS DE CETTE INSTITUTION

[370(44.58)]

---

— *Séance du 10 août* —

### FONDATION. — BUT ET MOYENS

La Société a été fondée en 1864 et reconnue comme établissement d'utilité publique en 1878.

Son but est l'instruction des adultes des deux sexes. Les moyens mis en œuvre sont des cours, des bibliothèques et des conférences.

Des conférences ont été faites chaque dimanche de l'hiver, de 1864 à 1873, devant un public de 1.000 à 1.200 personnes, par des professeurs, des savants ou des hommes de lettres de Paris, Lyon, Montpellier, Genève, etc. sur des sujets scientifiques, littéraires ou économiques, destinés à élargir et à étendre l'instruction donnée dans les cours.

La bibliothèque de la Société, avec ses succursales, compte 6.000 volumes.

### ORGANISATION DES COURS

Les cours ont lieu le soir, de 8 heures à 10 heures, et *le dimanche matin*. Chaque cours a deux ou trois leçons par semaine, suivant les cas, et dure pendant le semestre d'hiver, d'octobre à avril. Cela fait de 50 à 75 leçons, dont la durée varie entre une heure et deux heures. Sur la demande des élèves, on prolonge un certain nombre de ces cours, le tiers environ, pendant un trimestre d'été.

Un cours doit compter vingt élèves au moins. Tout cours où le nombre des élèves présents tombe au dessous de vingt peut être suspendu par décision du Conseil d'administration. Il n'est admis d'exception à cette règle que pour quelques très rares cours professionnels d'une importance spéciale et dont il s'agit de faire pénétrer peu à peu l'utilité dans l'esprit des intéressés.

C'est sur la demande des élèves que presque tous les cours exis-

tants ont été ouverts. Le Conseil d'administration ouvre quelquefois spontanément de nouveaux cours, mais il est rare que l'initiative ne vienne pas des élèves eux-mêmes.

### MATIÈRES ENSEIGNÉES. — PROGRAMMES. RECRUTEMENT DES PROFESSEURS.

Les matières enseignées sont actuellement les suivantes : Écriture. Grammaire. Littérature élémentaire. Histoire et Géographie. Calcul. Mathématiques élémentaires. Mathématiques appliquées. *Mécanique appliquée. Géométrie descriptive et Coupe des pierres. Résistance des matériaux. Constructions civiles.* Physique. Chimie minérale. *Chimie industrielle. Électricité industrielle*; éclairage et traction électriques. *Photographie.* Comptabilité. Droit commercial pratique. Procédure et droit civil élémentaire. Sténographie et Dactylographie. Langues anglaise, allemande, italienne, espagnole. Espéranto. Perspective pratique. Dessin d'ornement et dessin de figure. Dessin linéaire. Dessin de machines. *Dessin appliqué à la menuiserie;* tracés au cordeau, modelage en bois. *Dessin appliqué à la serrurerie.* Ornement repoussé au marteau pour les serruriers. Dessin appplique à la *carrosserie.* Dessin et coupe pour les *tapissiers.* Dessin pour les *ferblantiers-zingueurs.* Théorie du *tissage.* Tissage pratique. Étude de *filés.* Coupe pour les *tailleurs.* Coupe pour les *cordonniers.* Solfège. Couture (pour les élèves dames). Coupe et Confection; réduction des patrons; *essayage. Modes et nouveautés.* Économie ménagère et préparation des aliments. Dessin pour la broderie. Broderie blanche. Broderie artistique. Peinture.

Ces matières comprennent, comme on le voit, les connaissances primaires, des connaissances complémentaires, surtout scientifiques, l'enseignement commercial et l'enseignement technique spécialisé pour chaque profession.

Les programmes des cours ne varient pas seulement avec la nature de ces cours. Entre deux cours de même nature, par exemple deux cours de calcul, ils varient suivant le quartier, les professions des élèves qui fréquentent plus spécialement ce cours, la force de ces élèves, etc. Il faut mettre l'enseignement à la portée des auditeurs suivant leur degré d'instruction et suivant leurs besoins.

La plus grande latitude est laissée pour cela aux professeurs des différents cours, auxquels on n'impose ni un programme déterminé, ni une méthode spéciale d'enseignement.

Ces professeurs sont recrutés avec le plus grand soin parmi les membres les plus distingués du corps enseignant à Lyon et, pour les cours pratiques, parmi les spécialistes les plus réputés dans leurs professions respectives. C'est d'autant plus nécessaire que les cours

d'adultes présentent évidemment plus de difficultés qu'une classe d'école primaire, de collège ou d'école professionnelle quelconque, en ce sens qu'on s'adresse à des ouvriers ou à des employés fatigués d'une journée de travail manuel, qu'on ne dispose d'autre moyen d'action que de l'envie qu'ont les jeunes gens de s'instruire et que des notions scientifiques souvent très difficiles, comme la géométrie descriptive, par exemple, doivent être mises à la portée d'ouvriers manquant complètement d'instruction première. La Société n'accepte donc un professeur qu'après s'être entourée des garanties les plus sérieuses. Ceci fait, et sous le contrôle de l'inspection, on le laisse absolument juge de sa méthode et des moyens qu'il croit les plus propres à la réussite de son cours. Si les élèves sont assidus et persévérants, s'ils s'intéressent au cours, s'ils y travaillent et, par suite, y font des progrès, le cours est bon. Si, au contraire, le professeur n'enseigne pas bien, au moins pour le milieu dans lequel il professe, la diminution du nombre des élèves dans le courant de l'année scolaire ne manque jamais de l'indiquer, lors même que les inspections ne le constateraient pas. Dans ce cas, on n'hésite pas à changer le professeur.

### NOMBRE DES COURS. — NOMBRE DES ÉLÈVES.

Le nombre des cours de la Société est actuellement de 156, répartis dans tous les quartiers de la ville et de la banlieue, suivant les besoins.

Le nombre des élèves des deux sexes est de 7.200. Ne sont comptés comme inscrits que les élèves ayant suivi au moins dix leçons; les autres sont censés ne pas exister.

### NATURE DES COURS.
### ENSEIGNEMENT PROFESSIONNEL ET APPRENTISSAGE.

Primitivement, la Société a été obligée d'ouvrir beaucoup de cours primaires, en raison de l'insuffisance de l'instruction des jeunes gens. Aujourd'hui, les adultes étant plus instruits, ces cours primaires ont été supprimés peu à peu et presque tous les cours sont des cours professionnels, tant pour hommes que pour dames.

Un grand nombre des cours professionnels d'hommes sont concentrés dans un immeuble construit à leur intention, avec salles et agencements spéciaux pour chaque profession, menuisiers, charpentiers, serruriers, ferblantiers, carrossiers, mécaniciens, tailleurs, cordonniers, etc. Ces agencements constituent un ensemble comme

il n'en existe peut-être nulle part, au moins pour des cours d'adultes.

## COURS PROFESSIONNELS

A propos de ces cours professionnels et en présence surtout des divergences qui se sont produites dans notre pays et qui se produisent encore sur la direction à donner à cet enseignement, il est utile d'expliquer comment la Société entend ces mots : « Enseignement professionnel. » Pour beaucoup de personnes, qui dit « Enseignement professionnel » dit « travaux manuels », apprentissage plus ou moins complet de la profession. La Société ne l'entend pas ainsi. Il n'y a chez elle ni apprentissage, ni travaux manuels. Ou, du moins, il n'y a de travaux manuels que ceux qui sont une application directe de l'enseignement donné dans les cours. C'est ainsi que les menuisiers font du modelage en bois comme application de leur cours de dessin, les serruriers de l'ornement repoussé au marteau comme complément du cours de dessin de serrurerie, les tailleurs de pierre et les architectes des voûtes en plâtre en exécution des épures faites au cours. Mais l'apprentissage proprement dit n'existe nulle part dans les cours de la Société. Elle appelle « Enseignement professionnel » non l'apprentissage d'une profession, mais, pour chaque profession, l'enseignement des connaissances théoriques nécessaires à l'exercice intelligent de cette profession. Quant à l'apprentissage lui-même, elle estime qu'il doit être fait à l'atelier et non dans les cours.

Un exemple particulier précisera nettement cette distinction entre l'enseignement professionnel et l'apprentissage. La Société a des cours de théorie de tissage où les tisseurs travaillant pour la fabrique lyonnaise viennent apprendre la constitution des étoffes et le mode théorique de fabrication de ces étoffes. On ne tisse point dans ces cours, qui s'adressent à des jeunes gens sachant tisser ou apprenant à le faire à l'atelier, mais ne connaissant de l'étoffe que sa confection matérielle. Au contraire, il y a un cours de tissage pratique où l'on apprend à tisser réellement à des employés de fabrique qui connaissent déjà la théorie, dont le métier n'est pas de tisser personnellement, mais qui ont besoin de connaître du tissage ce qu'il faut pour être en état de suivre et de contrôler le travail des ouvriers, de connaître la cause et les conséquences des accidents de tissage, de savoir comment doit s'organiser le métier dans chaque cas, de juger de l'effet pratique que produira une conception théorique quelconque,

de faire un prix de revient, etc. Voilà le véritable enseignement professionnel, au sens où la Société l'entend.

Il n'est pas besoin de dire après cela qu'on ne voit jamais, dans les cours de la Société, des jeunes gens se consacrer, pendant des mois entiers, à la confection d'un chef-d'œuvre de menuiserie, d'ébénisterie ou de serrurerie, qui coûte, sans profit réel, beaucoup de temps et même beaucoup d'argent. Ces genres de travaux produisent généralement grand effet dans les expositions, mais c'est leur seule utilité. Tout au plus servent-ils aux élèves, soit à perfectionner leur habileté manuelle, habileté qui est du domaine de l'atelier et non pas de l'école, soit surtout à démontrer qu'ils possèdent cette habileté. Mais, à côté de ce mince avantage, ils ont l'inconvénient de les détourner de leur véritable travail des cours, celui qui consiste à y puiser des connaissances que l'atelier ne peut pas leur donner. Du reste, la pratique ordinaire d'une profession manuelle ne comportant pas l'exécution de ces chefs-d'œuvre, on peut être un ouvrier accompli sans en avoir fait, à condition de posséder tous les secrets de son métier, les secrets manuels et surtout les secrets intellectuels et, réciproquement, on peut être capable de faire un travail de ce genre sans avoir pour cela ce qu'il faut pour exercer sa profession avec intelligence, et à plus forte raison pour être capable de s'élever, à l'occasion, au-dessus de cette profession.

## ASSIDUITÉ DES ÉLÈVES

Ce qu'il y a de plus remarquable dans les cours de la Société, c'est l'assiduité des élèves. 61 à 64 o/o du nombre total des élèves inscrits sont encore présents dans les cours le dernier mois. C'est une proportion énorme, qui ne se rencontre nulle part ailleurs dans des cours d'adultes.

Depuis 1874, une mention dite *d'assiduité* est accordée à tout élève n'ayant manqué à aucune des leçons de son cours, *pour quelque motif que ce soit*. En 1902, il a été délivré 1.426 mentions d'assiduité, plus de 20 o/o du nombre total des inscrits. Il est aisé de se rendre compte de ce que les élèves doivent dépenser de persévérance et d'énergie, pour que, dans des cours qui comptent jusqu'à 75 leçons, un cinquième d'entre eux assistent par tous les temps, avec toutes les intempéries de l'hiver, à toutes les leçons, sans qu'il soit admis aucune excuse, pour cause de maladie, par exemple, ou de service militaire, ou pour tout autre motif.

### CAUSES DE L'ASSIDUITÉ DES ÉLÈVES

Cette assiduité qui est, comme on sait, la pierre d'achoppement des cours d'adultes, s'obtient dans les cours de la Société grâce aux mesures suivantes :

*a)* — Le recrutement soigné des professeurs. Ces professeurs ne se contentent pas d'enseigner; ils s'attachent à entrer en contact intime avec les élèves et à exercer sur eux la plus grande action morale possible.

*b)* — *La mention d'assiduité*, qui a eu un très heureux effet, parce que les élèves y tiennent beaucoup, quoiqu'elle n'ait d'autre valeur que celle d'un certificat authentique. Elle a une valeur morale considérable entre les mains d'un ouvrier ou d'un employé qui se présente à un patron, parce qu'elle prouve, chez celui qui en est pourvu, une persévérance remarquable dans les efforts qu'il fait pour améliorer son niveau intellectuel.

Pour accentuer l'effet produit par la *mention d'assiduité*, on donne, depuis 1880, un *prix spécial d'assiduité* à tout élève ayant obtenu au moins six mentions d'assiduité, dans une ou plusieurs années. Il est délivré, chaque année, de 60 à 90 de ces *prix d'assiduité*.

*c)* — Le paiement d'un droit d'inscription de la part de tout élève qui désire suivre un cours. La gratuité absolue est une cause d'insuccès pour les cours d'adultes. Aussi, les cours de la Société ne sont pas purement gratuits. Il est payé un droit d'inscription, qui est généralement de 3 francs pour tout le semestre, droit dont sont dispensés seulement ceux qui ne peuvent pas le payer. L'expérience et une observation sérieuse des résultats obtenus dans les différents cours, où les cotisations sont plus ou moins régulièrement payées, ont montré que cette cotisation est *absolument nécessaire* dans l'intérêt même de l'élève. Les élèves qui ont payé suivent ordinairement le cours avec assiduité et y travaillent. De plus, cette cotisation, si faible qu'elle soit, les intéresse à l'œuvre tout entière et sauvegarde leur dignité, en éloignant d'eux toute idée d'aumône. Ceux, au contraire, qui n'ont pas payé, viennent plus irrégulièrement et profitent moins du cours ; le plus souvent même ils le désertent complètement. Chaque élève, en payant son droit d'inscription, reçoit une carte personnelle, qu'il est tenu de présenter au besoin.

*d)* — Les inspections faites régulièrement dans les cours par les membres du Conseil d'administration.

*e)* — L'institution des Commissaires.

INSTITUTION DES COMMISSAIRES

Le bon fonctionnement des cours est assuré par des *commissaires*. Ces *commissaires* sont des élèves désignés à l'élection par leurs camarades, au nombre de un par dix élèves et de quatre au maximum dans un cours. Leurs fonctions peuvent se résumer de la manière suivante :

1° Tenir et relever le registre des présences existant dans chaque cours, registre sur lequel chaque élève doit signer à chaque leçon;

2° Adresser des lettres aux élèves qui s'absentent; s'informer des motifs de leur absence et chercher à les faire revenir au cours, en allant les voir, au besoin, à leur domicile;

3° Percevoir les cotisations des élèves;

4° Assurer l'ordre dans les cours; avertir et expulser, au besoin. d'accord avec le professeur, les élèves qui troubleraient les leçons;

5° Adresser à la fin de chaque mois, au secrétariat de la Société, un bulletin contenant le nombre des élèves présents à chaque leçon du mois, les cotisations payées, les demandes présentées dans l'intérêt du cours, les observations relatives à tout ce qui s'est passé dans le cours pendant la durée du mois, etc.;

6° Faire le service de la Caisse d'Épargne scolaire qui a été établie dans les cours de la Société;

7° Être les intermédiaires, soit entre les élèves et le professeur. soit entre les élèves et l'Aministration, pour tout ce qui touche aux demandes et réclamations des élèves, aux besoins des cours, etc. Réciproquement, l'Administration communique avec les élèves, surtout par l'intermédiaire des commissaires.

Les commissaires de tous les cours se réunissent une fois par mois sur la convocation du Conseil, pour discuter, de concert avec l'Administration, tout ce qui intéresse les cours. Pour ces réunions. comme pour toutes les questions qui se rapportent à l'intérêt général des élèves, les commissaires ont un Bureau élu par eux-mêmes. dans leur sein.

Les Commissaires des deux sexes ont droit de vote aux Assemblées générales de la Société, comme les sociétaires et les professeurs.

Ces notes succinctes sur l'institution des commissaires ne peuvent donner qu'une idée incomplète de son importance. Cette institution rend d'immenses services dans les cours, parce qu'elle relève la dignité des élèves et les amène à s'intéresser énergiquement au bon

fonctionnement de la Société, en leur donnant une part dans son administration. Aucune mesure de discipline n'est prise dans les cours en dehors de l'action des commissaires et ils s'en acquittent avec une conscience qui n'est pas un des moindres éléments de succès des cours de la Société.

### INSPECTION DES COURS

Outre que les *Bulletins mensuels* renseignent constamment le Conseil d'administration sur l'état de tous les cours, ces cours sont inspectés régulièrement par les membres du Conseil eux-mêmes. Ces derniers rendent compte, aux séances du Conseil, de l'enseignement des professeurs, du nombre des élèves présents, des modifications à introduire, etc. Grâce à ces inspections et surtout à la façon dont les élèves s'intéressent à la bonne marche des cours, les résultats obtenus au point de vue de l'ordre, de la discipline, du bon esprit, du travail, de l'assiduité, sont extrêmement remarquables. Les élèves ont un très grand respect pour leurs professeurs; le silence le plus parfait règne dans des cours qui réunissent quelquefois plus de cent auditeurs; presque tous prennent des notes et font des devoirs chez eux.

### BUDGET. — RECETTES ET DÉPENSES

Les ressources financières de la Société d'Enseignement professionnel du Rhône consistent en subventions du Ministère du Commerce et du Ministère de l'Instruction publique; subventions du Conseil municipal de Lyon, du Conseil général du Rhône et de la Chambre de Commerce de Lyon, cotisations et dons divers des membres de la Société; droits d'inscription des élèves, etc.

Les dépenses de la Société, dépenses dont la plus grosse part consiste dans les traitements du personnel enseignant, s'élèvent annuellement à 90.000 francs environ.

### SERVICES RENDUS PAR LA SOCIÉTÉ

Il est difficile de définir exactement en peu de mots les services rendus par la Société d'Enseignement professionnel du Rhône, depuis sa création. Il faut, pour s'en faire une idée précise, connaître l'état matériel, intellectuel et moral de la classe ouvrière à Lyon, voir fonctionner les cours et examiner ce que sont les ouvriers après avoir fréquenté ces cours et ce qu'ils étaient auparavant.

Une foule de ces adultes ouvriers sont devenus patrons, ou au moins contremaîtres, grâce aux connaissances acquises dans les

cours. De même, la plupart des employés de commerce qui viennent apprendre la comptabilité, les langues vivantes, la théorie de fabrique, etc,, ont vu leur situation notablement agrandie. Beaucoup de maisons de commerce et d'industrie s'adressent à la Société pour le recrutement de leur personnel. Une certaine quantité d'élèves de l'un et de l'autre sexe réussissent chaque année dans des examens de différentes natures, qu'il n'est cependant pas facile à des ouvriers peu lettrés de préparer, en utilisant uniquement les heures que laisse disponibles le travail quotidien. Ce qui est plus remarquable encore, c'est qu'un nombre assez considérable des cours de la Société sont actuellement dirigés par d'anciens élèves.

Mais tous ces résultats, d'ordre matériel et intellectuel, sont peut-être la partie la moins intéressante des effets produits par la Société sur les classes laborieuses de Lyon. Les résultats moraux sont encore bien plus considérables et on peut dire que ceux-ci ont dépassé de beaucoup toutes les espérances.

Ces résultats moraux consistent surtout dans les habitudes d'ordre, de discipline, de bon sens, de dignité personnelle, de respect d'eux-mêmes et des autres, de bonne camaraderie, que les élèves contractent au contact de leurs professeurs et surtout au contact les uns des autres, les anciens se faisant à leur insu les moniteurs des nouveaux. Il est curieux d'observer la transformation dans ce sens qui se produit en quelques mois chez les adultes qui viennent pour la première fois dans les cours.

A côté des relations d'intimité qui se forment entre tous ces jeunes gens sur un terrain éminemment moral, celui de l'étude, il convient de signaler qu'ils n'ont pas seulement du respect, mais une véritable affection pour leurs professeurs. Ils ont surtout une affection très vive pour cet être impersonnel qui s'appelle la Société elle-même. Cette affection, qu'ils traduisent en répétant toujours que la Société est une véritable famille, se manifeste dans toutes les circonstances. Elle s'explique, soit par les contacts intimes qui existent constamment entre l'Administration, les professeurs et les élèves, soit par le fait que ces derniers, en raison de la part considérable d'influence qu'ils possèdent, considèrent la Société comme leur chose. En un mot, le Conseil d'Administration, tout en n'abandonnant rien, bien entendu, de la direction générale de l'institution, s'efface dans la vie de chaque jour, de manière à laisser aux élèves une part aussi importante que possible et la somme la plus large de responsabilité. C'est là évidemment le secret de leur excellent esprit et de l'énorme action morale que la Société exerce sur eux.

Une preuve, entre autres, de l'affection des élèves pour la Société, se trouve dans ce fait que la plupart d'entre eux, quand ils ont commencé à assister à des cours, continuent presque indéfiniment à en suivre. Ils suivent d'abord les cours qui leur sont utiles au point de vue professionnel. Puis, ayant pris l'habitude du travail et le goût de l'instruction, ils suivent d'autres cours, simplement en vue de s'instruire. Puis, enfin, ne pouvant et ne voulant pas se désaccoutumer de la fréquentation des cours, ils en suivent, on peut dire, uniquement pour en suivre, ou bien ils imaginent des cours nouveaux qui n'existent pas et qu'on crée à leur intention, bien entendu quand le Conseil d'administration les reconnaît utiles.

Cet excellent esprit des élèves, l'intimité et la cohésion affectueuse entre tous les éléments de la Société, la bonne tenue des auditeurs dans les cours, les remarquables résultats produits par l'institution des commissaires, voilà ce qui frappe surtout les personnes étrangères à la Société qui visitent ces cours. Et c'est là surtout ce qu'on a cherché à copier dans les nombreuses institutions analogues qui se sont créées à l'imitation de la Société d'Enseignement professionnel, soit en France, soit à l'étranger, particulièrement en Suisse, en Belgique et en Italie.

### ASSOCIATION DES ANCIENS ÉLÈVES

Les élèves de la Société, pour conserver et resserrer les liens de bonne camaraderie contractés dans les cours, ont fondé, en 1880, une Association des anciens élèves, qui sert une pension de retraite à ses membres, à l'âge de 55 ans.

### COMPOSITION DES MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ ET DU CONSEIL D'ADMINISTRATION

Les sociétaires se recrutent dans toutes les classes de la population lyonnaise. Les membres du Conseil d'administration appartiennent aux milieux sociaux et aux opinions politiques et religieuses les plus divers et tout le monde s'entend sans peine sur ce terrain neutre de l'instruction et de l'amélioration intellectuelle et morale des masses.

### DISTRIBUTION DES PRIX

Il y a, chaque année, une Distribution de prix, où les récompenses sont très recherchées, où l'on voit souvent le père et le fils, ou la mère et la fille, récompensés dans le même cours. Ces solennités

annuelles sont présidées par les hommes les plus éminents de France dans la science, les lettres ou la politique, des Ministres, des Membres de l'Académie française ou de l'Institut, des Inspecteurs généraux de l'Enseignement, etc.

PARTICIPATION DE LA SOCIÉTÉ AUX EXPOSITIONS

La Société a figuré aux Expositions universelles de 1867, 1878, 1889 et 1900. Elle a obtenu en 1867 une médaille de bronze, en 1878 une médaille d'or et en 1889 le Grand Prix. En 1900, elle était hors concours, parce que son Directeur était membre du jury international des récompenses.

PASSÉ ET AVENIR DE LA SOCIÉTÉ. — CONCLUSION

En résumé, la Société d'Enseignement professionnel du Rhône poursuit énergiquement le but qu'elle s'est tracé à l'origine et qui se dessine de plus en plus nettement à mesure que son importance augmente : Mettre l'enseignement à la portée de tous et faire en sorte que pas un seul ouvrier ou employé de commerce, à Lyon, ne néglige d'acquérir l'instruction professionnelle ou d'augmenter celle qu'il possède, faute d'avoir à sa portée des cours appropriés à sa profession. Il a été fait beaucoup dans ce sens, mais il reste encore beaucoup plus à faire. Les résultats obtenus déjà, la multiplicité des besoins qui se manifestent sous forme de demandes de cours nouveaux, la persévérance des élèves à suivre les cours plusieurs années de suite, en commençant par les cours élémentaires pour s'élever par degrés aux cours supérieurs, les perfectionnements que l'expérience indique chaque année dans l'organisation et le fonctionnement des cours, tout porte à croire que l'avenir fournira un champ d'action bien plus considérable encore que le passé.

Une remarque intéressante à faire à ce sujet se trouve dans l'âge moyen des élèves des cours. Cet âge moyen tend à devenir de plus en plus faible. C'est un fait qui s'explique ainsi : Dans les premières années de l'existence de la Société, tous les adultes plus ou moins âgés qui désiraient s'instruire sont venus chercher dans les cours nouvellement créés une instruction qui n'était point auparavant à leur portée. Aujourd'hui, plus de la moitié des auditeurs des cours sont des élèves jeunes qui s'habituent à prendre le chemin de ces cours sitôt après leur sortie de l'école. Ils y trouvent le moyen de revoir et de perfectionner ce qu'ils ont appris et, de plus, de compléter leur instruction primaire par une instruction professionnelle

qu'ils ne peuvent trouver à l'école. Ce sont ces élèves qui doivent former la très grande majorité des futurs auditeurs des cours; commençant plus jeunes, ils auront plus de facilité à apprendre et plus de temps devant eux pour suivre un enseignement de plus en plus élevé.

Tel est le passé de la Société d'Enseignement professionnel du Rhône, son présent, et aussi son avenir. Elle continuera à appeler à elle tous ceux qui ne savent pas, pour s'instruire, et tous ceux qui savent, pour aider les autres à s'instruire. C'est ainsi qu'elle obéira au vœu si fécond de ses fondateurs : Réunir dans une pensée commune tous ceux qui croient que l'instruction est le levier nécessaire de toute amélioration sociale.

---

## M. Albert OFFRET

Professeur de Minéralogie théorique et appliquée à la Faculté des Sciences
de l'Université de Lyon
Vice-Président de la Société française de Minéralogie

### LES PROGRÈS DE L'ESPÉRANTO DANS LE MONDE [408-9]

— *Séance du 11 août* —

Le 3 août 1900, lors du Congrès de Paris de l'Association française pour l'avancement des Sciences, M. L. de Beaufront, président de la Société française pour la propagation de l'Espéranto, communiquait au Congrès un travail intitulé : *Essence et Avenir de l'idée d'une langue internationale;* et ce travail, excellente démonstration de la valeur de l'Espéranto, trouvait place dans le volume des Comptes rendus de l'Association française pour 1900 (1).

Le même jour, M. Leau, docteur ès Siences, secrétaire de la Délégation pour le choix d'une langue internationale, émettait le vœu que l'Association française pour l'avancement des Sciences voulût bien adhérer au programme de la *Délégation*. Et un vote, émis à l'*unanimité* par les Sections réunies, donnait satisfaction à ce vœu en même temps que par le choix de ses délégués, M. le général Sébert,

(1) L. de Beaufront. Essence et avenir de l'idée d'une langue internationale. *Association française pour l'Avancement des Sciences :* 31e Session. (Paris 1900, t. II, p. 1057.)

membre de l'Institut; M. Gariel, professeur à la Faculté de Médecine de Paris; M. Laisant, examinateur à l'École Polytechnique; M. le commandant Cugnin, l'Association française donnait au programme de la Délégation la meilleure preuve d'intérêt en confiant à des Savants aussi réputés le soin de le défendre en 1904, à Londres, devant le Congrès international des Académies auquel il doit être soumis.

Depuis cette époque, les événements ont marché. Le programme de la délégation a reçu l'adhésion de près de deux cents Sociétés françaises ou étrangères, ainsi que les approbations individuelles (les seules qui soient sollicitées) de nombreux Académiciens ou professeurs d'Université du monde entier.

Et, d'autre part, l'Espéranto a fait, en France et à l'étranger, des progrès que l'on peut qualifier à bon droit de considérables.

La rapidité véritablement foudroyante avec laquelle des Groupes Espérantistes se sont multipliés en France depuis deux ans est trop connue pour qu'il soit bien nécessaire de la rappeler ici.

Mais qu'est devenu l'Espéranto à l'étranger pendant cette même période? La chose est moins connue!

Sommes-nous seuls dans le monde à apprendre l'Espéranto comme beaucoup de gens le proclament, avec une sérénité d'autant plus grande qu'ils n'en savent absolument rien, ou bien, au contraire, notre mouvement espérantiste français est-il accompagné de mouvements espérantistes parallèles dans les autres pays?

La question est des plus intéressantes et des plus urgentes à élucider, car il est bien évident que, si l'Espéranto devait uniquement nous servir à converser entre nous, le mieux serait d'arrêter immédiatement toute campagne en faveur de l'Espéranto.

Le groupe Espérantiste de Lyon, un des plus importants parmi les groupes de province et qui a à sa tête, soit dit en passant, un des savants les plus réputés de cette ville, M. le professeur Lépine, membre correspondant de l'Institut, a tenu à le savoir et à le savoir de première main.

Une Commission d'enquête, comprenant à la fois des hommes d'affaires de premier ordre et des savants réputés, a été constituée par les soins de son Comité.

En voici la composition :

M. L. Clédat, doyen de la Faculté des Lettres de l'Université de Lyon, professeur de philologie romaine à la dite Faculté, et directeur de la *Revue de philologie française*.

M. le Dr Dor, père, médecin-oculiste; professeur honoraire de l'Université de Berne.

M. Drudin, associé d'agent de change.

M. Ferrouillat, directeur du *Lyon-Républicain.*

M. Legouis, professeur de langue et littérature anglaise à la Faculté des Lettres de l'Université de Lyon; membre du Jury d'agrégation pour l'enseignement des langes vivantes.

M. Offret, professeur de Minéralogie théorique à la Faculté des Sciences de l'Université de Lyon, vice-président de la Société française de Minéralogie, secrétaire général du groupe Espérantiste de Lyon.

M. Patricot, directeur d'Assurances.

M. Quinson, fabricant de soieries.

M. Soulier, professeur de thérapeutique à la Faculté de Médecine de l'Université de Lyon.

M. Touchebeuf, ancien fabricant de soiries.

Une circulaire fut rédigée en Espéranto et expédiée, par les soins de la Commission d'enquête, dans toutes les parties du monde à des espérantistes étrangers, complètement inconnus, du reste, et dont les noms avaient été fournis par l'Adresaro (Recueil d'adresses) du docteur Zamenhof, l'inventeur de l'Espéranto.

Depuis quelques mois, près de 600 réponses, cartes postales ou lettres, des lettres surtout et souvent de très longues lettres, toutes, bien entendu, rédigées en Espéranto, n'ont cessé d'affluer à Lyon.

Ces réponses sont déposées à la bibliothèque du groupe, à la disposition des membres de la Société, pour leur instruction personnelle et leur propagande.

Elles seront l'objet, dans quelques mois, d'une exposition publique.

Leur lecture a suggéré à la Commission d'enquête un certain nombre de conclusions qu'elle a cru bon de réunir dans le rapport suivant, autour duquel elle se propose de faire une publicité aussi large que possible.

Elle espère que les Membres de l'Association française pour l'avancement des Sciences qui, dès le premier jour, a bien voulu donner à l'idée d'une langue internationale et à sa solution par l'Espéranto un si puissant appui, trouveront quelque intérêt à la lecture de ce document.

## RAPPORT

1° Un premier fait est indéniable.

*L'Espéranto est actuellement diffusé dans la majeure partie des pays de langue européenne.*

Sa principale région de diffusion est naturellement l'Europe; mais

l'Espéranto s'est légèrement diffusé également dans les autres parties du monde et nous avons reçu des réponses de 42 pays différents appartenant à l'Europe, l'Asie, l'Afrique, l'Amérique et l'Océanie.

En ce qui concerne *l'Europe*, notre groupe a reçu des lettres d'Espérantistes étrangers parlant 19 langues différentes correspondantes aux 25 pays étrangers suivants :

1° Allemagne, Autriche et Suisse allemande; 2° Angleterre, avec l'Écosse et l'Irlande; 3° Belgique et Suisse française; 4° Belgique flamande; 5° Bulgarie; 6° Bohême; 7° Danemark, Islande et Norwège; 8° Esthonie; 9° Espagne avec les Canaries; 10° Finlande; 11° Hollande; 12° Hongrie; 13° Italie avec la Sicile; 14° Moravie; 15° Pologne; 16° Portugal; 17° Russie; 18° Suède; 19° Turquie.

Seuls, en Europe, quelques petits états des Balkans semblent ne point renfermer d'Espérantistes. Il est vrai qu'ils ont d'autres distractions pour le moment.

En *Asie*, l'Espéranto s'est étendu jusqu'à l'Inde anglaise, l'Indo-Chine et le Japon d'une part, et, d'autre part, jusqu'aux confins de l'Asie Russe, aussi bien du côté du Pacifique et de la Chine que du côté du Turkestan et de la Transcaucasie, voire même en Perse.

En *Afrique*, nous avons reçu des réponses de l'Algérie, de la Tunisie, de la Guinée et du Transvaal.

En *Amérique*, nous avons trouvé des correspondants aux États-Unis et au Canada pour l'Amérique du Nord; et au Brésil, au Pérou et dans l'Uruguay pour l'Amérique du Sud.

Enfin, il n'est point jusqu'en *Océanie* où nous n'ayons rencontré des Espérantistes.

Des réponses nous sont parvenues des Indes Néerlandaises, des Iles Philippines et de la Nouvelle-Calédonie.

Ajoutons que des correspondants anglais nous ont affirmé avoir également des correspondants à Shanghaï et à la Côte-d'Or, en Afrique, mais personnellement nous n'avons point reçu de lettres de ces pays.

2° *En grande majorité, les Espérantistes étrangers sont isolés les uns des autres.* Un article de journal, la lettre d'un ami leur a fait connaître l'Espéranto.

En très peu de temps ils ont appris la langue, grâce aux manuels qui existent dans presque toutes les langues d'origine européenne; puis ils se sont mis à correspondre aux quatre coins de l'univers avec des inconnus dont ils avaient pris les noms dans l'Adresaro. Souvent même, ils se sont liés d'amitié avec ces gens qu'ils n'ont jamais vus et qu'ils ne verront sans doute jamais.

Émerveillés du pouvoir surprenant qu'ils possédaient de correspondre sans effort avec l'univers entier, ils ont essayé de faire de la propagande autour d'eux.

Le plus souvent, ils n'y ont point réussi. On n'a pas voulu examiner leur affaire, on s'est moqué d'eux, on les a traités d'utopistes, oubliant que l'utopie d'aujourd'hui est souvent la réalité de demain. On leur a parlé du volapuk d'un air compétent. On leur a demandé à quoi leur servait l'Espéranto; et, comme il ne leur faisait gagner ni des cents ni des mille, on les a pris en pitié. Les plus aimables leur ont promis d'apprendre l'Espéranto quand tout le monde le saurait!

L'indifférence et la moquerie ne les ont point ébranlés dans leur conviction. Ils persévèrent dans leur incessante propagande, espérant des jours meilleurs, sûrs que l'avenir leur donnera raison.

Pour nous, ce sont des jalons d'attente disséminés, nous ne craignons pas de l'affirmer, dans plusieurs milliers de localités.

Mais parfois *leur apostolat a eu gain de cause.* Ils ont réussi à convaincre quelques connaissances qui, à leur tour, ont fait la boule de neige.

Quelques pays étrangers sont particulièrement intéressants pour le moment, à cause de la rapidité extraordinaire avec laquelle des groupes espérantistes s'y multiplient présentement.

En *Angleterre*, que l'on présageait réfractaire et où la campagne est menée par la revue *Concord* et par *Review of Reviews*, seize groupes espérantistes sont nés en six mois à Londres, Édimbourg, Glascow, Dublin, Bradford, Leeds, Wakefield, Bournemouth, Portsmouth, Plymouth, Huddersfield, Surbiton, Wandsworth, Keighley, Liverpool et Manchester.

Il y faut ajouter les groupes de Bombay et de Colombo dans l'Ile de Ceylan.

Et les lettres de nos correspondants anglais nous font présager la création prochaine de plusieurs autres groupes.

Il y a six mois, il n'existait qu'un groupe espérantiste anglais, celui de Keighley.

En *Bulgarie*, on peut dire qu'il n'existe plus actuellement une seule ville un peu importante qui n'ait son groupe espérantiste.

Il y en a six déjà en fonctionnement, à Sofia, Philippopoli, Roustchouck, Kazanlick, Tirnova et Silistrie; huit autres sont en voie d'organisation à Burgaz, Starazagora, Pleven, Sliven, Kjustaudil, Trojan, Svistor, Lom.

Nous n'en finirions pas si nous continuions à énumérer successivement tous les groupes espérantistes qui, en dehors de ceux d'Angle-

terre et de Bulgarie, se sont fondés en Allemagne, en Autriche, en Espagne, en Italie, en Suisse, en Belgique, en Hollande, en Suède, en Russie d'Europe, en Russie d'Asie et au Canada.

Il y a actuellement dans le monde 95 groupes espérantistes. C'est dix fois plus qu'il y a deux ans et, presque chaque semaine, nous apprenons la naissance quelque part dans le monde d'un nouveau groupe espérantiste.

3° *Quelle est la condition sociale des Espérantistes?*

Les réponses faites à notre questionnaire nous permettent d'affirmer que rien n'est plus varié que le monde espérantiste.

Des savants, des négociants, des banquiers, des petits commerçants, des industriels, des ingénieurs, des professeurs de tout ordre, depuis le professeur d'Université jusqu'à l'instituteur de village, des hommes de loi de toutes catégories, des militaires, depuis des généraux jusqu'à de simples soldats, des prêtres, des médecins, des pharmaciens, des architectes, des chimistes, des journalistes, des employés de commerce, des agents des postes, des télégraphes et des chemins de fer, des étudiants, des collégiens et jusqu'à de simples ouvriers, bref des gens de toutes les catégories sociales constituent le personnel espérantiste réparti dans l'univers.

Les hommes sont en majorité, en grande majorité, mais les femmes espérantistes ne sont point une rareté et elles témoignent dans leurs lettres d'une conviction et d'une ardeur en tous points comparables à celles des hommes.

4° *Quel est le degré de facilité d'acquisition de l'Espéranto par les étrangers?*

Cette facilité est inouïe, en tous points comparable à celle que nous ressentons nous-mêmes, et cela, quelle que soit la langue maternelle et le degré d'instruction générale ou linguistique de l'Espérantiste.

Aucun doute ne peut subsister sur ce point quand on a lu les six cents lettres reçues par le groupe espérantiste de Lyon.

La commission d'enquête avait pris, en rédigeant son questionnaire, toutes les précautions désirables pour que les réponses de ses correspondants fussent probantes, relativement au degré de facilité d'acquisition de l'Espéranto.

Pour cela, en même temps qu'elle demandait à ses correspondants leur profession, elle les priait de lui indiquer, non seulement leur langue maternelle, mais aussi les noms des langues vivantes ou mortes qu'ils possédaient.

Or, de tous les coins de l'univers, le même avis formel nous est

parvenu : Oui, l'Espéranto est facile, prodigieusement facile pour tous !

Pour tous les Espérantistes, possesseurs préalables de langues mortes ou de langues vivantes, *plus ou moins bien sues, l'acquisition de l'Espéranto n'a été qu'un jeu.*

Et cela est bien naturel, si on réfléchit que, grâce au choix des racines de mots si judicieusement fait par Zamenhof, on possède pour ainsi dire en *puissance* l'Espéranto quand on connaît d'une part *tant soit peu* d'allemand ou *d'une langue germanique* quelconque (allemand, suédois, norwégien, danois, hollandais, anglais, pour une partie de son vocabulaire) et, d'autre part, *tant soit peu* de latin ou *d'une langue quelconque dérivée du latin*, français, italien, espagnol, portugais, roumain et anglais, pour l'autre partie de son vocabulaire.

Or, quel est l'homme, en situation d'avoir des relations internationales, qui ne possède au moins ce minimum de connaissances linguistiques ?

On peut affirmer que ce type d'homme n'existe plus.

Or, de ce faible ensemble de connaissances linguistiques, insuffisant pour lui en permettre l'utilisation, l'homme qui s'adonne à l'étude de l'Espéranto tire un merveilleux parti. Il en extrait, avec un effort en quelque sorte négligeable, une langue vivante capable de lui être utile dans ses relations avec l'univers entier. Et, en écrivant cette remarque, nous n'apportons pas là une simple appréciation personnelle; nous ne faisons que répéter la pensée exprimée par les six cents espérantistes répandus sur toute la surface du globe qui ont fait au groupe espérantiste de Lyon l'honneur de répondre au questionnaire de la commission d'enquête.

Mais ce n'est point tout encore !

Un certain nombre de nos correspondants nous ont déclaré ne connaître ancune langue étrangère, vivante ou morte, et avoir pourtant appris l'Espéranto avec une rapidité inconcevable.

Avaient-ils au moins une culture générale fortement développée ? Pas nécessairement !

C'est ainsi que nous possédons à ce point de vue des lettres extrêmement démonstratives de simples ouvriers allemands, anglais, esthoniens, moraves, suédois, russes et tchèques.

Leur déclaration est formelle : ils ont appris l'Espéranto, seuls généralement, et avec une extrême facilité. Et leurs lettres sont là pour prouver qu'ils le savent.

Ce n'est pas ici le lieu de rechercher les causes de ce résultat en

apparence invraisemblable pour qui connaît les difficultés normales d'acquisition d'une langue vivante ordinaire.

Il faudrait pour cela expliquer en détail le mécanisme de l'Espéranto. Or d'une part, cette explication nous entraînerait trop loin, et, d'autre part, elle ne convaincrait probablement personne, car, comme dit la Sagesse des Nations : Il faut le voir pour le croire.

La Commission d'enquête du groupe Espérantiste de Lyon a vu et elle croit.

Ses conclusions sont fort nettes !

Oui, l'Espéranto est bien ce que son auteur a voulu qu'il fût et ce que ses propagateurs ont déclaré qu'il était :

*Une langue riche, harmonieuse, souple, flexible, d'une acquisition extrêmement facile pour tous les peuples civilisés et susceptible de rendre dans la vie internationale les services les plus étendus et les plus précieux.*

5° *Et maintenant se pose une nouvelle et dernière question. Ces services, l'Espéranto les rend-il dès maintenant?*

Oui et non. — Oui, dans des cas particuliers. Non, d'une manière générale!

A quoi cela tient-il? Uniquement au nombre encore relativement minime des Espérantistes, car, toutes les fois que les circonstances ont permis à ceux-ci d'entrer en relations d'une façon ou d'une autre, l'Espéranto leur a rendu tous les services qu'ils en attendaient.

C'est ainsi que, à n'en pas douter, l'Espéranto *en voyage* est actuellement d'une utilité encore restreinte.

Et pourtant des Espérantistes ont pu entreprendre leur tour d'Europe en se servant uniquement de l'Espéranto. Ils allaient d'espérantistes en espérantistes et ils en trouvaient tout le long du chemin.

Plusieurs des lettres que nous avons reçues provenaient d'Espérantistes à qui semblable aventure était arrivée et ils en étaient restés enthousiasmés.

Il leur avait fallu prévenir de leur passage; le procédé est compliqué, inférieur à celui des billets Cooks, mais patience, et on trouvera bientôt partout des Espérantistes au lieu d'être obligé d'en chercher.

*Au point de vue scientifique et littéraire*, l'Espéranto ne joue encore qu'un rôle des plus modestes, mais la preuve est faite qu'il est en état d'en jouer un des plus considérables.

Des traductions admirables d'œuvres classiques comme l'Iliade,

la Monadologie de Leibnitz, l'Hamlet de Shakespeare, ont prouvé que l'Espéranto était capable de fournir des expressions aux nuances les plus délicates de la pensée.

Et un de nos correspondants anglais, homme instruit et cultivé, nous a affirmé que la lecture de l'admirable traduction espérantiste d'Hamlet par Zamenhof, éditée récemment par la maison Hachette, lui avait révélé des nuances que le texte anglais ne lui avait pas permis de comprendre.

*Au point de vue scientifique*, quel progrès ne serait pas réalisé le jour où les auteurs de travaux scientifiques quelconques croiraient de leur devoir de faire suivre les mémoires qu'ils publient dans leur langue maternelle de courts résumés en Espéranto que pourraient ensuite réunir des revues spéciales. Ils donneraient ainsi à leur pensée une vie véritablement internationale, car notre expérience nous permet d'affirmer que personne dans le monde n'éprouverait la moindre difficulté à lire de semblables résumés (1).

Quelques articles scientifiques, rédigés en Espéranto, ont déjà eu, du reste, l'occasion de paraître dans différentes revues. Nous n'en citerons qu'un seul, mais il suffira!

C'est l'article ***rédigé en Espéranto***, qu'a bien voulu écrire ***spécialement*** pour le numéro de mai 1903 de la Revue espérantiste hongroise, la *Lingvo Internicia*, relativement à la guérison de la tuberculose, l'éminent professeur Brouardel, Doyen honoraire de la Faculté de Médecine de Paris.

L'adhésion d'un homme de cette valeur à la campagne menée en faveur de l'adoption de l'Espéranto devrait suffire à avertir les incrédules que leur *scepticisme* commence à ne plus être que de l'aveuglement rétrograde.

*Au point de vue commercial*, le rôle de l'Espéranto ne cesse de grandir. Tous les espérantistes savent que les annonces en Espéranto de produits commerciaux divers se multiplient sur les couvertures de nos revues espérantistes et que les anciennes se répètent, en même temps que les prospectus commerciaux rédigés en Espéranto se répandent.

Ce genre de publicité rapporte donc des bénéfices palpables à

(1) Un bureau de traductions espérantistes, destiné à favoriser l'adoption de cette mesure, vient précisément d'être fondé à Paris par la Société de Relations internationales par l'Esperanto, dont M. Paul Fruictier, 27, boulevard Arago, Paris, est le représentant pour la France.

Un bureau analogue, quoique plus spécialement destiné à la traduction de correspondances commerciales espérantistes, s'ouvrira aussi prochainement dans les bureaux du Syndicat d'initiative de la ville de Lyon, place Le Viste.

ses auteurs, car il n'est point d'usage dans le commerce de continuer une publicité qui ne rapporte rien.

Le fait n'a rien de surprenant, étant donnée la solidarité incontestable qui unit présentement les espérantistes du Monde entier et, d'autre part, les facilités qu'une langue commune leur donne pour correspondre.

Nous pourrions, du reste, citer les noms de deux industriels lyonnais auxquels l'Espéranto a valu des relations commerciales avec l'étranger. Ajoutons de plus qu'un grand nombre de lettres reçues par notre groupe émanent de commerçants et négociants étrangers qui, naturellement, profitent de l'occasion pour nous indiquer leur désir d'entrer en relations commerciales avec notre ville.

Pour faciliter le développement de cette tendance d'utilisation de l'Espéranto au point de vue du commerce international, un certain nombre de revues espérantistes ou même non espérantistes publient, gratuitement du reste, depuis quelque temps, des listes de Commerçants acceptant l'usage de l'Espéranto pour leurs correspondances internationales.

Citons la *Lingvo Internacia*, éditée en Hongrie, la *Belga Sonorila* (Belgique), la *Holanda Pioniro* (Hollande) et enfin la grande revue anglaise *Review of Reviews*.

Le bureau des traductions commerciales espérantistes, que notre groupe Espérantiste se propose d'ouvrir prochainement dans les bureaux du Syndicat d'initiative de la ville de Lyon, place Le Viste, ne pourra évidemment que faciliter l'utilisation de l'Espérantiste dans le milieu commercial lyonnais.

Nous espérons d'ailleurs fermement que l'existence de ce bureau ne sera qu'éphémère, la diffusion de la connaissance de l'Espéranto dans notre ville devant le rendre rapidement inutile.

Si, du reste, nous nous attachons dès maintenant à faciliter par cet organisme la correspondance espérantiste, c'est parce que nous avons la conviction que c'est par la correspondance que l'Espéranto rendra tout d'abord des services d'ordre général.

*Il suffit de perfectionner ce qui existe déjà, la correspondance entre espérantistes, en la rendant utilitaire.*

Quiconque a goûté de la correspondance espérantiste ne veut plus, ne peut plus s'en passer. Elle ne connaît pas de renégat. C'est que les jouissances qu'elle procure sont extraordinaires. Dans les premiers moments, l'étonnement prédomine, et c'est presqu'avec émotion que l'on lit, avec une aisance extrême, ces lettres que vous envoient des quatre coins de l'univers des inconnus, desquels l'ab-

sence d'une langue vivante commune vous séparaît jadis d'une façon absolue. Cette émotion est même d'une intensité extraordinaire chez ceux que l'ignorance de toute langue vivante séparait pour ainsi dire du reste du monde. Ils rêvent d'une vie élargie, meilleure. Rien n'est touchant comme la joie dont témoignent leurs lettres.

Puis l'accoutumance vient, on s'habitue si vite à ce qui est commode, on trouve cela tout naturel; mais malheur alors à la lettre ou à la circulaire en langue étrangère qui vient parfois se mêler à votre correspondance espérantiste.

C'est de l'étonnement, presque de la répulsion, qu'inspire sa lecture plus ou moins hérissée de difficultés. On traite de barbare en retard son correspondant, oubliant que ce soi-disant barbare, c'est actuellement l'humanité presque tout entière, péchant le plus souvent par ignorance et parfois par scepticisme, et que l'élite à laquelle on appartient est encore bien peu nombreuse.

Le désir de la propagande s'empare de vous.

On se demande pourquoi :

Si l'Espéranto peut servir à tout, à causer en voyage, à publier des travaux scientifiques de tout ordre, à échanger des correspondances commerciales ou privées avec l'étranger, même à se marier, car l'une de nos correspondantes d'origine suédoise nous a déclaré avoir fait la connaissance, grâce à l'Espéranto, de son futur mari, un jeune Russe, pendant un voyage que ce jeune homme faisait en Suède, alors pourquoi ne l'apprendrions-nous pas tous?

Nous l'apprendrons quand tout le monde le saura!

Oh la pitoyable réponse faite de préjugés et de scepticisme stérile!

Ne faut-il donc plus semer avant de récolter?

Sachons attendre, mais en même temps sachons agir!

L'Espéranto a maintenant trop d'adeptes dans le monde et trop d'adeptes enthousiastes, sérieux et convaincus, pour ne pas continuer à grandir et à s'imposer de plus en plus.

Ces premiers Espérantistes sont un peu maintenant dans la situation des premiers abonnés au téléphone. Ils attendent les abonnements des autres; ne les laissez pas s'impatienter! Donnez à l'Espéranto la seule chose qui lui manque, la force du nombre. Faites comme nous, apprenez l'Espéranto et faites-vous inscrire comme membres de notre Société française pour la propagation de l'Espéranto (10, place de la Bourse, Paris), à moins que vous ne préfériez la Société des Relations internationales par l'Espéranto, 27, boulevard Arago, Paris.

En tout cas, n'hésitez qu'entre ces deux solutions.

Ne restez pas indifférents !

Tel est le vœu et le conseil de la Commission d'enquête du Groupe Espérantiste de Lyon.

---

M. H. de MONTRICHER

Ingénieur civil des Mines, à Marseille

## HYGIÈNE ET DÉMOGRAPHIE DE LA VILLE DE MARSEILLE [614.12(44.91)]

*— Séance du 5 août —*

L'assainissement de la ville de Marseille comporte un réseau complet d'égoûts, reliés par branchements aux tuyaux de chute, et par bouches d'eau à la voie publique, et pourvus de chasses automatiques.

Le développement total du réseau est de 225 kilomètres, et il aboutit à un collecteur émissaire de 10 kilomètres de longueur, débouchant au-delà d'un vaste promontoire, au pied de falaises inhabitées.

Inaugurés le 8 octobre 1891, en présence des corps élus de la ville et du département et de plusieurs ministres, les travaux furent poussés activement. En 1896, le gros œuvre était achevé; il restait à raccorder au réseau les tuyaux de chute; l'opération, que l'opposition ou tout au moins l'inertie des propriétaires d'immeubles rendit laborieuse, sera prochainement terminée; il est donc possible d'apprécier, dès aujourd'hui, les résultats de l'entreprise.

D'après le recensement de 1901, la commune de Marseille comporte une population totale de 491.161 habitants, dans laquelle la population municipale compte 474.236 habitants, répartie en 38.356 maisons et 136.924 ménages, chiffres qui correspondent à 12,4 habitants et 3,5 ménages par maison.

Cette population couvre une surface de 28.195 hectares, mais l'agglomération composée de 396.033 habitants occupe environ 2.000 hectares; sa densité est de 198 habitants par hectare, à raison de 15,8 habitants et de 3,2 ménages par maison.

L'agglomération compte 25.000 maisons environ; le service de l'assainissement comprend 20.341 immeubles, soumis à l'obligation du raccord à l'égoût; il resterait donc environ 4.700 immeubles considérés comme non assainissables.

Le nombre de raccords exécutés est, au 30 juin 1903, de 16.365, d'après la répartition annuelle suivante :

| | |
|---|---|
| 1896 . . . . . . . . . | 110 |
| 1897 . . . . . . . . . | 1.233 |
| 1898 . . . . . . . . . | 4.298 |
| 1899 . . . . . . . . . | 5.004 |
| 1900 . . . . . . . . . | 3.100 |
| 1901 . . . . . . . . . | 1 202 |
| 1902 . . . . . . . . . | 577 |
| 1903 (un semestre) . . | 861 |
| Nombre total des raccords. | 16.365 |

Il resterait donc environ 4.000 maisons à raccorder, soit environ 1/5 du nombre total pour compléter les travaux d'assainissement de la ville de Marseille, au point de vue de l'évacuation des matières usées (1).

Pour apprécier les résultats de cette grande entreprise, dont la dépense incombant à la caisse municipale seule a atteint 34 millions, il y a lieu de faire l'étude comparative de l'état sanitaire de l'agglomération marseillaise, antérieurement et au cours des travaux et, à cet effet, d'en dresser le bilan démographique, tant pour les naissances que pour les décès; le taux de la natalité est, en effet, au point de vue de l'état général d'une population, une indication utile; on a remarqué, d'ailleurs, que les décès et les naissances progressent presque partout dans le même sens et que si, par suite des améliorations dues à une meilleure hygiène privée et collective et à de judicieux travaux d'assainissement technique, la mortalité à fléchi notablement dans tous les pays civilisés, la natalité a suivi sensiblement le même mouvement.

(1) L'assainissement, en tant que nettoiement de la voie publique et traitement des gadoues, est résolu depuis 1887 par l'emploi intégral de ces matières à la fertilisation des plaines de la Crau d'Arles.

**Natalité et mortalité générales de la Commune de Marseille de 1891 à 1902**

| Années | Population | Natalité par 1.000 habitants | Mortalité par 1.000 habitants |
|---|---|---|---|
| 1891 | 406.916 | 28,4 | 28,1 |
| 1892 | | 27,8 | 27,9 |
| 1893 | | 27,2 | 28,7 |
| 1894 | | 26,4 | 26,7 |
| 1895 | | 26,2 | 26,5 |
| 1896 | 447.344 | 26,8 | 26,6 |
| 1897 | | 25,3 | 24,2 |
| 1898 | | 24,8 | 22,3 |
| 1899 | | 24,6 | 26,6 |
| 1900 | | 23,6 | 25,4 |
| 1901 | 491.161 | 23,5 | 23,6 |
| 1902 | | 23,9 | 22,2 |
| Taux moyen de la période déc[le] précédente | | 28,72 | 31,40 |
| Taux moyen de la période 1891-1901 . . . | | 25,62 | 25,55 |
| Taux moyen de la période 1891-1896 . . . | | 26,90 | 27,50 |
| Taux moyen de la période 1896-1901 . . . | | 24,40 | 24,50 |

La période 1896-1901 est celle au cours de laquelle les raccords aux égouts ont été exécutés; la diminution du taux de la mortalité y est sensible; la natalité suit, de son côté, une marche descendante, quoique moins rapide; il faut donc, dans l'accroissement considérable de la population générale, faire une petite part au croît physiologique.

Mais les chiffres ci-dessus ne sont que des moyennes globales et, lorsqu'on fait l'analyse de leurs éléments disparates, on en dégage des résultats variables et inattendus.

La commune de Marseille est divisée en 12 cantons (8 cantons avant le recensement de 1901). La population des 1[er], 2[e], 3[e], 4[e], 8[e] et 11[e] cantons est exclusivement agglomérée; celle des 5[e], 6[e] 7[e] et 9[e] cantons, qui comprennent des faubourgs disséminés et s'étendent au loin dans la campagne, ne l'est que partiellement et sa densité est partout peu élevée; enfin la population du 12[e] canton, qui couvre plus de 10.000 hectares, est exclusivement éparse.

Nos observations ne porteront que sur les cantons désignés dans le dernier recensement comme ayant une population exclusivement agglomérée; dans les autres cantons, les délimitations administratives ont varié à diverses reprises (le plus souvent suivant les besoins du fisc) et les indications que l'on en tire sont quelque peu confuses

et parfois anormales. Nous les laisserons donc de côté pour le moment, faute d'éléments suffisamment contrôlés, sauf à y revenir dans une prochaine étude.

Notons seulement que dans le 12e canton, où la population de 13.395 habitants, d'une densité de 1,25 par hectare, est répartie à raison de 5,4 habitants par maison et de 4,1 habitants par ménage, les taux moyens par mille de la natalité et de la mortalité ont été respectivement, pendant la dernière période décennale, de 47,6 et de 61,5. Nous avons donc établi, comme base d'études démographiques de l'agglomération de Marseille, un tableau donnant, par canton, la population (1901), sa densité, le taux de son accroissement, le taux d'encombrement, enfin les taux de natalité et de mortalité générales.

Ce tableau donne lieu à de nombreuses observations. On y constate, en premier lieu, le parallélisme de la natalité et de la mortalité, avec quelques oscillations.

Sauf dans les 8e et 11e cantons, où la population s'est notablement accrue et où des terrains vagues se sont couverts de constructions neuves, l'exécution des travaux d'assainissement ne paraît pas avoir amené un abaissement très sensible de la mortalité.

Dans le premier canton (vieux quartiers) où la densité et l'encombrement de la population atteignent des chiffres inconnus ailleurs, même dans les quartiers les plus populeux de Paris, la mortalité est excessive (43 o/oo), mais néanmoins inférieure à la natalité.

Dans le 2e canton, habité par le haut commerce et où règnent la richesse et le bien-être, l'abaissement de la mortalité a été peu sensible.

Dans les 3e et 4e cantons, quartiers des Ports neufs, des gares industrielles et des grandes usines, la mortalité s'est au contraire accrue.

## HYGIÈNE ET DÉMOGRAPHIE DE LA VILLE DE MARSEILLE

(Agglomération)

| CANTONS | POPULATION | | | | | | NATALITÉ (moyenne) | | MORTALITÉ (moyenne) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Surface | Recens' 1901 | Accroiss' décennal par 1.000 | Densité par hectare | Nombre d'habitants par maison | par ménage | 1891-1896 | 1897-1901 | 1891-1896 | 1897-1901 |
| 1er Hôtel-de-ville........ | — 52 | 42.809 | 58 | 823 | 19 | 3.05 | 45 2 | 43 8 | 44.8 | 43 |
| 2e Préfecture .............. | — 222 | 68.824 | 67 | 310 | 14.4 | 3.2 | 23.2 | 22.3 | 26.9 | 24 4 |
| 3e Joliette.................. | — 70 | 24.824 | 114 | 355 | 14.5 | 3.6 | 37.5 | 34.9 | 25 8 | 27.7 |
| 4e Lazaret.................. | — 138 | 37 416 | 138 | 271 | 32.3 | 3.6 | 31.5 | 29 2 | 23.1 | 25.1 |
| ........................ | ....... | ....... | ....... | ....... | ....... | ....... | ....... | ....... | ....... | ....... |
| 8e Le Camas................ | — 97 | 32.524 | 257 | 335 | 14.5 | 3.4 | 24.2 | 20 | 24.2 | 21 |
| ........................ | ....... | ....... | ....... | ....... | ....... | ....... | ....... | ....... | ....... | ....... |
| 11e Catalans................ | — 454 | 33 308 | 254 | 73 | 8.8 | 3.6 | 25.2 | 21.5 | 27 | 21 8 |

## M. Ch. MOROT

Vétérinaire-Inspecteur de l'Abattoir de Troyes

---

### LES DIVERS PROCÉDÉS D'INSPECTION SANITAIRE DES ANIMAUX SACRIFIÉS DANS LES ABATTOIRS PUBLICS POUR L'ALIMENTATION DE L'HOMME [614.31]

---

— *Séance du 5 août* —

La salubrité des viandes n'est réellement garantie que par le contrôle minutieux, détaillé et méthodique, du bétail, avant et après l'abatage.

Ce résultat n'est pas général, car beaucoup de bêtes d'abattoirs sont tuées sans visite préalable et l'autopsie en est souvent rudimentaire.

Un tel état de choses changerait aisément si les pouvoirs publics consentaient à faire tout leur devoir, en prescrivant au commerce de l'alimentation de subordonner sa technique professionnelle à la technique sanitaire.

Cette subordination s'imposerait sans inconvénient aux intéressés exerçant loyalement leur métier.

La préparation commerciale des viandes doit subir quelques modifications pour répondre aux nécessités de la nécropsie sanitaire.

Il importe de voir disparaître des coutumes défectueuses, notamment celles consistant : 1° à sortir de l'abattoir des animaux simplement saignés, non dépouillés de leur peau, nullement ou à peine éventrés, encore munis de la totalité ou d'une partie des viscères ; 2° à ouvrir incomplètement la poitrine, l'abdomen et le bassin ; 3° à laisser indivise la région cervico-dorso-lombaire du gros bétail et des porcs ; etc.

L'insuffisance de l'inspection sommaire, dépendant de ces habitudes surannées, empêche la constatation de beaucoup de maladies infectieuses ou parasitaires, de lésions traumatiques, de néoplasies, etc.

Il est indispensable d'y remédier par la pratique courante d'une inspection étendue, portant *post mortem* sur toute la surface du tissu sous-cutané, à la face interne de la bouche, des cavités nasales, de la poitrine et du ventre ainsi que sur le poumon, le cœur, le diaphragme, la rate, le foie, le pancréas, les reins, les estomacs, les intestins et les ganglions lymphatiques viscéraux.

Il y a lieu d'appliquer aux animaux suspects ou malades l'inspection intégrale, portant sur tous les organes, ganglions, cavités et parties autres que les points précités, avec ou sans entailles exploratrices selon l'exigence des cas.

Des incisions révélatrices sont même nécessaires sur certains animaux non douteux en apparence, mais dont les tissus profonds sont susceptibles de renfermer des lésions cachées. Elles sont à recommander : 1° pour les porcs et les bœufs, parce que la ladrerie passe souvent inaperçue à un examen superficiel de leurs corps ; 2° pour les chevaux à robe grise ou blanche qui constituent un terrain d'élection des tumeurs mélaniques, etc.

L'examen microscopique des tissus ou liquides organiques s'impose pour les animaux qui semblent atteints ou suspects de maladies parasitaires, microbiennes, etc.

L'emploi de tous ces procédés n'est pas toujours facile, car le commerce de l'alimentation s'obstine souvent dans ses anciens errements opposés aux pratiques d'une inspection rationnelle. Certains intéressés abandonnent parfois leurs viandes, plutôt que de les soumettre aux investigations des innovateurs, et intentent à ceux-ci des actions en dommages-intérêts. A un inspecteur ainsi assigné en 1902 devant le Tribunal civil de Troyes, les juges ont donné gain de cause dans les termes suivants :

« Le Directeur de l'abattoir a le droit de soumettre les animaux
« abattus à une inspection minutieuse, que les bouchers sont tenus
« eux-mêmes de lui faciliter; ainsi, dans le cas où il juge utile de
« porter ses investigations sur un organe particulier, les bouchers
« n'ont qu'à se soumettre à ses prescriptions et sont obligés de pré-
« parer l'animal de manière à rendre possible et même à faciliter les
« constatations du service sanitaire... »

Le droit de contrôle rationnel des viandes alimentaires a été hautement reconnu dans ce jugement. Il importe qu'il soit consacré par l'État et que les inspecteurs puissent l'exercer librement, sans crainte de se voir intenter des procès onéreux. A cet effet, j'émets le vœu :

« Que le Gouvernement impose à bref délai, par un décret, une
« réglementation des principaux procédés d'inspection des viandes
« et laisse aux vétérinaires-inspecteurs l'initiative rationnelle néces-
« saire pour tous les cas non prévus. »

### DOCUMENTS

Les extraits suivants des règlements municipaux de diverses villes indiquent d'une part l'existence de certains usages défectueux,

d'autre part celle de quelques prescriptions destinées à faciliter l'œuvre hygiénique et sanitaire des vétérinaires-inspecteurs.

1. *Règlement des abattoirs du Mans (Sarthe).* 19 septembre 1856.
Les bœufs, vaches, veaux dits *casse-seaux* et moutons sont « entièrement dépouillés de leur peau ». Les veaux de lait et les jeunes agneaux ne le sont qu'à l'extrémité des quartiers pour l'estampillage (art. 31).

2. *Règlement d'abattoir de Blois (Loir-et-Cher).* 8 septembre 1871.
« Les veaux laissés en peau » sont dépouillés dans les parties à estampiller (art. 13). — Les intéressés doivent se prêter aux investigations que l'inspecteur juge nécessaires pour les besoins du service (art. 32).

3. *Règlement de police de Dôle (Jura).* 6 novembre 1873.
Art. 141. « Les veaux, moutons, brebis ou chèvres, sont enlevés lorsque le sang est entièrement écoulé et que les intestins ont été retirés. — Les veaux et agneaux peuvent sortir non dépouillés, mais ouverts et débarrassés de leurs issues. »

4. *Règlement d'abattoir de Parthenay (Deux-Sèvres).* 23 décembre 1873.
Les préposés de l'abattoir examinent attentivement les animaux introduits « et, pour faciliter cet examen, ils ont le droit de les faire attacher ou de les faire marcher sous leurs yeux, aussi longtemps qu'ils le jugent nécessaire » (art. 11).

5. *Règlement d'abattoir de Chambéry (Savoie).* 12 juin 1874.
Après l'abatage, les porcs, veaux, moutons, chèvres et chevreaux sortent en moitiés ou entiers, dépouillés ou dans leur peau, au gré des bouchers ou charcutiers; les bœufs et les vaches sont transportés par quartiers (art. 52).

6. *Règlement d'abattoir de Saïgon (Cochinchine).* 1er décembre 1875.
Les viscères et intestins doivent rester aux côtés des animaux abattus, sinon la viande est enfouie (art. 5).

7. *Règlement d'abattoir de Cannes (Alpes-Maritimes).* 15 février 1878.
Tous les animaux abattus restent « entiers avec leurs viscères, à l'exception des intestins », jusqu'à l'inspection (art. 10). — Les taureaux, bœufs ou vaches, peuvent sortir en quartiers, les porcs et veaux en moitiés, les moutons, chevreaux et agneaux entiers (art. 18).

8. *Règlement d'abattoir de Béthune (Pas-de-Calais).* 26 juin 1878.
Jusqu'à l'inspection, les animaux abattus restent non dépecés et « les intestins sont laissés dans le corps sans qu'aucune partie en soit détachée, sauf le *sac* et les boyaux » (art. 12).

9. *Règlement de boucherie de Saint-Étienne (Loire).* 16 mai 1880.
L'art. 36 est reproduit par l'art. 31 de Montpellier, 1886, n° 16.

10. *Règlement d'abattoir de Pontoise (Oise).* 24 novembre 1881.
Les assujettis doivent se conformer aux instructions de l'inspecteur pour faciliter l'inspection (art. 17).

11. *Règlement d'abattoir d'Arras (Pas-de-Calais).* 5 novembre 1884.
Les bouchers et les charcutiers « laissent jusqu'après l'inspection les

viscères dans le corps des animaux sans en soustraire aucune partie » (art. 35).

12. *Règlement d'abattoir de Besançon (Doubs). a)* 1[er] octobre 1878; *b)* 27 janvier 1885.

Les veaux, agneaux et chevreaux peuvent sortir non dépouillés, mais après avoir été ouverts et débarrassés de leurs issues. Toutefois cette facilité peut être retirée en cas d'inconvénient pour la perception des droits d'octroi (art. 61 *a* et *b*) (1).

13. *Règlement d'abattoir de Montpellier (Hérault).* 30 mars 1885.

Les art 17 et 36 sont reproduits par les art. 16 et 31 de Montpellier 1886, n° 16. L'art 151 exige la présence d'un inspecteur à l'ouverture et au dépeçage de *tous* les animaux.

14. *Règlement d'abattoir d'Albertville (Savoie).* 31 mars 1885.

L'art. 54 reproduit l'art 52 de Chambéry, 1874, n° 5.

15. *Règlement d'abattoir de Fontenay-le-Comte (Vendée).* 6 août 1885.

Le vétérinaire peut faire attacher les animaux ou les faire marcher sous ses yeux aussi longtemps qu'il le juge nécessaire; il exige toujours qu'ils soient conduits à pied au hangar ou à la halle d'abatage (art. 13).

16. *Règlement d'abattoir de Montpellier (Hérault).* 10 juin 1886.

Défense d'emporter les viscères des grands animaux avant l'inspection (art. 16). — Les solipèdes abattus sortent en moitiés ou quartiers avec la tête, après ouverture préalable des cavités nasales et examen minutieux du poumon, afin de permettre une appréciation complète de leur état de santé (art. 31). — Les animaux *suspects* ne sont ouverts et dépecés qu'en présence d'un inspecteur (art. 140).

17. *Règlement d'abattoir de Montauban (Tarn-et-Garonne).* 22 septembre 1886.

Les viscères des grands animaux ne sont pas emportés avant l'inspection et les poumons restent adhérents à un quartier de devant (art. 12).

18. *Règlement d'abattoir de Toulon (Var).* 8 mars 1887.

« Les abatis de cochon, sang, *mou*, foie, intestins, etc., etc., ne peuvent, sous aucun prétexte, être enlevés avant la visite » (art. 10).

19. *Règlement d'abattoir de Bolbec (Seine-Inférieure).* 1[er] octobre 1887.

Les poumon, cœur, foie restent aux échaudoirs respectifs jusqu'à l'inspection (art. 21).

20. *Règlement d'abattoir de Tonnerre (Yonne).* 1[er] mars 1888.

Sauf les cochons qui sont grillés ou échaudés, tous les animaux tués sont entièrement dépouillés de leur peau (art. 24).

21. *Règlement d'abattoir de Carcassonne (Aude).* 10 septembre 1888.

La tête — avec les cavités nasales ouvertes — et les poumons de chaque solipède abattu sont examinés avec soin » (art. 24).

(1) Cette prescription est reproduite : 1° par les Règlements de l'abattoir de Dijon du 29 novembre 1858, art. 34, et du 25 avril 1884, art. 81, moins les mots : « *et les chevreaux* »; 2° par le Règlement de l'abattoir de Beaune du 29 juillet 1884, art. 45, moins la seconde phrase.

22. *Règlement d'abattoir d'Antibes (Alpes-Maritimes).* 20 octobre 1888.
Les animaux abattus « sont laissés entiers avec leurs viscères, à l'exception des intestins », jusqu'à l'inspection (art. 9).

23. *Règlement d'abattoir de Nîmes (Gard).* 31 octobre 1888.
Les viscères ne sont détachés des grands animaux qu'après l'inspection (art. 16). — Les agneaux *de camp* ou de lait sortent de l'abattoir « avec le poumon, le cœur, le foie et la rate dans le thorax » (art. 29). — Les agneaux de lait sortent avec la tête adhérente (art. 30).

24. *Règlement d'abattoir de Castres (Tarn).* 12 mars 1889.
Tout animal tué est inspecté entier avec poumon et foie adhérents (art. 19).

25. *Règlement d'abattoir de Limoges (Haute-Vienne).* 7 novembre 1889.
Les animaux tués sont inspectés complètement habillés et fendus (art. 10). — Défense d'emporter avant l'inspection aucun organe ou viscère, notamment le poumon, le foie, et de gratter, racler ou enlever quoi que ce soit de la face interne de la poitrine et du ventre (art. 11). — En toutes circonstances, le vétérinaire directeur peut exiger toutes coupes ou manipulations qu'il juge nécessaires, pour s'assurer de l'état réel des viandes, ou prélever des échantillons indispensables pour un examen microscopique (art. 25).

26. *Règlement de boucherie de Nantes (Loire-Inférieure).* 23 octobre 1889.
L'art. 20 est reproduit à peu près par l'art. 25 de Limoges 1889, n° 25.

27. *Règlement d'abattoir de Narbonne (Aude).* 27 décembre 1889.
Avant l'inspection, aucun organe ou partie d'organe, les viscères, poumon, foie, rate, les séreuses thoracique et abdominale ne doivent être détachés des animaux tués (art. 19). — La tête des solipèdes abattus est conservée et les cavités nasales sont mises à nu, ainsi que la pituitaire, pour assurer qu'il n'existe aucune trace de maladie ancienne (art. 39).

28. *Règlement d'abattoir de Chambéry (Savoie).* 30 avril 1890.
Les art. 47 et 57 sont reproduits par les art. 45 et 58 d'Annecy 1897, n° 43, moins les mots : « *la rate et la panse* » de l'art. 45.

29. *Règlement d'abattoir de la Flèche (Sarthe).* 10 décembre 1890.
Le poumon et le foie doivent être inspectés; les bœufs et vaches s'enlèvent entiers ou en quartiers, mais les autres animaux sortent non dépecés (art. 16). — Les bœufs, vaches, *veaux* et moutons sont entièrement dépouillés de leur peau, mais les *veaux de lait* et les jeunes agneaux ne le sont qu'aux extrémités de chaque quartier afin d'être marqués (art. 28).

30. *Règlement d'abattoir de Mourmelon-le-Grand (Marne).* 14 octobre 1891.
Les art. 12 et 13 reproduisent l'art. 48 de Vitry-le-François 1893, n° 32, moins les mots : « *entièrement habillés* ».

31. *Règlement d'abattoir de Rive-de-Gier (Loire).* 1er novembre 1891.
Les animaux abattus restent au pendoir jusqu'à l'inspection, les rognons intacts (reins et enveloppe graisseuse), le poumon adhérent aux côtés, les séreuses pariétales ni enlevées, ni grattées, sans enlèvement ni nettoyage d'aucune partie des chairs, sinon la marchandise est déclarée

impropre à la consommation de la ville (art. 71). — Défense d'enlever les issues et abats avant l'inspection, sous peine de refus de la marchandise pour l'alimentation (art. 72). — Le vétérinaire assiste à l'abatage des chevaux, puis il examine « les viandes et tous les viscères » après l'habillage en vue d'une appréciation complète (art. 77-78). — Les charcutiers présentent à l'inspection les viscères thoraciques et abdominaux, « ainsi que la séreuse intacte sur les côtés » (art. 90). — Le vétérinaire assiste à l'abatage des animaux suspects, en suit l'habillage et en fait l'autopsie (art. 62).

32. *Règlement d'abattoir de Vitry-le-François (Marne).* 15 mars 1893.

Les animaux tués sont inspectés entièrement habillés avec « les viscères fixés naturellement en place, les plèvres et le péritoine encore adhérents et non grattés » (art. 45).

32*bis*. *Règlement des abattoirs de Calais (Pas-de-Calais).* 20 juillet 1893.

Les poumons, le cœur et le foie restent à l'abattoir jusqu'à l'inspection (art. 37). — Les animaux suspects sont abattus en présence des inspecteurs ou conservent les organes et viscères adhérents (art. 36).

33. *Règlement d'abattoir d'Agen (Lot-et-Garonne).* 20 juillet 1893.

Les animaux abattus sont inspectés « en entier, les viscères adhérents, le péritoine et la plèvre non grattés » (art. 20).

33*bis*. *Règlement d'abattoir de Melun (Seine-et-Marne).* 31 janvier 1894.

Défense de soustraire les panses, intestins, organes à l'inspection (art. 26).

34. *Règlement d'abattoir de Mézières (Ardennes).* 21 février 1894.

« Les poumons et le foie restent attachés à l'animal abattu jusqu'après l'inspection » (art. 18).

35. *Vérification des viandes à Cherbourg (Manche).* Règlement du 13 mars 1894.

Les introducteurs de viandes foraines « doivent, sur l'indication de l'inspecteur, faire telle coupe de débit qui lui paraîtrait utile et, au besoin, des entailles pour permettre de percevoir l'odeur et la coloration, celles-ci ne pouvant être connues qu'au moyen de coupes fraîches » (art. 4).

36. *Règlement d'abattoir de la Rochelle (Charente-Inférieure).* 26 novembre 1894.

Les veaux et agneaux conservent leur peau, mais les bœufs, vaches et moutons en sont entièrement dépouillés (art. 23).

37. *Règlement d'abattoir de Troyes (Aube).* 29 décembre 1894.

Les animaux sont inspectés entièrement habillés, après fente complète *des bœufs, taureaux, vaches, porcs, chevaux, mulets.* Aucun organe ou partie d'organe, les viscères, le poumon « en particulier », ne sont enlevés de l'échaudoir avant l'inspection (art. 61). — Les viandes et abats sont placés selon les instructions du service, sans soustraction ni substitution (art. 62). — Les assujettis sont tenus de faciliter l'inspection des animaux vivants, des viandes et abats « qui leur appartiennent, qu'ils sont chargés de préparer ou dont ils ont la garde » (art. 63). — « *Les parties altérées, dont l'habillage nécessite l'enlèvement, doivent être conservées pour être*

*présentées à l'inspection*. Défense de faire un épluchage étendu sans autorisation, d'enlever avant la visite les traces de lésions des chairs et abats, les cysticerques des viandes ladres, la plèvre et le péritoine en grattant et pelant totalement ou partiellement l'intérieur de la poitrine et du ventre (art. 64). — Si l'inspection d'un porc ne révèle qu'un grain de ladre, les épaules sont détachées et examinées soigneusement, en présence du propriétaire. Si cet examen ne fait découvrir aucun autre grain, le découpage n'est pas continué ; s'il n'est retrouvé qu'un ou deux grains, le porc est découpé en morceaux convenables à la vente en vue de la recherche d'autres cysticerques (art. 69) (1). — Les cavités nasales des solipèdes abattus sont ouvertes chaque fois que cette opération est reconnue nécessaire (art. 76).

38. *Règlement d'abattoir de Nevers (Nièvre)*. 30 janvier 1896.

Les animaux sortent de l'abattoir dépouillés, ouverts et vidés, entiers ou par quartiers, mais les veaux « peuvent être enlevés dans leur peau » avec les extrémités dépouillées sur une surface suffisante pour l'estampillage, « à moins que l'inspecteur n'en décide autrement pour procéder à une vérification plus minutieuse » (art. 39).

39. *Règlement d'abattoir de Gap (Hautes-Alpes)*. 12 juin 1896.

Les art. 22 et 26 sont reproduits par les art. 45 et 58 d'Annecy, 1897, n° 43, moins les parties en italiques et avec la substitution des mots « *pourra être enfouie* » au mot « *enfouie* » de l'art. 45.

40. *Règlement d'abattoir de Castelnaudary (Aude)*. 10 septembre 1896.

Les art. 11 et 31 reproduisent les art. 19 et 39 de Narbonne (Aude), 1889, n° 27.

41. *Règlement sanitaire vétérinaire de Saint-Étienne (Loire)*. 10 mars 1897.

Les inspecteurs peuvent pratiquer ou ordonner les entailles et découpures nécessaires à leurs constatations (art. 119). Les issues, notamment le poumon, ne sont pas emportés et la plèvre n'est ni arrachée ni détachée avant l'inspection (art. 120). Le gros bétail est enlevé par moitiés ou quartiers, les veaux et porcs entiers ou par moitiés, les ovins et caprins entiers (art. 136). L'estampillage est différé au lendemain quand l'état de salubrité d'une viande ne peut être déterminé séance tenante et sans un examen plus approfondi (art. 126).

42. *Règlement d'abattoir de Muret (Haute-Garonne)*. 27 mai 1897.

Les issues doivent rester adhérentes à l'un des quartiers, « afin que l'identité en soit régulièrement établie et qu'aucune substitution ne puisse se produire » (art. 8).

43. *Règlement d'abattoir d'Annecy (Haute-Savoie)*. 15 novembre 1897.

« Les poumons, *la rate*, le foie *et la panse* des bœufs, vaches, taureaux et génisses, la tête des porcs restent adhérents, *et avant tout partage*, à l'animal abattu », jusqu'à l'inspection, sans que quoi que ce soit puisse

(1) Cet article 69 est la reproduction de l'article 9 du Règlement d'abattoir de Troyes du 5 avril 1888, de l'art. 21 du Règlement d'abattoir de Sainte-Savine (Aube), du 27 décembre 1888, et de l'art. 10 du Règlement d'abattoir de Pont-à-Mousson du 2 février 1892.

être gratté, raclé ou enlevé à la face interne de la poitrine ou du ventre, sinon la viande sera refusée et ENFOUIE. « *Toutefois, si les parties ci-dessus désignées avaient été enlevées par accident et que la viande de l'animal soit saine, le Maire pourra, sur le rapport écrit et motivé de l'Inspecteur, autoriser la mise en vente de cette viande* » (art. 45). — « Les animaux entiers peuvent être transportés dépouillés dans leur peau » (art. 58).

44. *Règlement d'abattoir de La Mure (Isère).* 15 octobre 1898.

Le vétérinaire visite les parties intérieures du corps, il peut faire les entailles nécessaires et prélever toutes les parties utiles pour s'assurer de l'état des viandes (art. 12).

45. *Règlement d'abattoir de Roubaix (Nord). a)* 11 décembre 1891, art. 8; *b)* 23 octobre 1894, art. 8; *c)* 20 juillet 1898, art. 15.

Inspection des viscères, notamment du poumon des espèces bovine et ovine.

46. *Règlement d'abattoir de Roanne (Loire). a)* 31 janvier 1889, art. 66; *b)* 10 décembre 1898, art. 61.

Sous aucun prétexte, le poumon et le foie ne peuvent être utilisés ou supprimés avant l'inspection.

47. *Règlement d'abattoir de Montbrison (Loire).* 19 décembre 1898.

Les art. 35 et 37 sont la reproduction des art. 120 et 126 de Saint-Étienne, 1897, n° 41.

48. *Règlement d'abattoir de Cognac (Charente).* 22 mars 1899.

Les art. 107, 108, 109 et 114 reproduisent — moins les parties italiques — les art. 61, 64 et 69 de Troyes, 1894, n° 37.

49. *Règlement d'abattoir de Châlons-sur-Marne.* 16 juin 1899.

Défense d'emporter avant l'inspection des animaux abattus : 1° les panses et intestins (art. 21 et 30), aucun organe ou partie d'organe, les viscères, poumon, foie (art. 55, § 3). L'Inspecteur peut faire pratiquer, sans préjudice pour les intéressés, les entailles nécessaires à la constatation de l'état réel des viandes (art. 55, § 4). Tout animal signalé aux intéressés comme douteux est saisi d'office en cas d'enlèvement des viscères avant la visite (art. 56).

50. *Règlement d'abattoir de Tarare (Rhône).* 18 avril 1900.

« Les poumons des animaux sains ou malsains ne sont détachés des bœufs, taureaux, vaches, génisses, moutons, brebis ou chevraux » qu'après l'inspection (art. 6). Les viscères de ceux tués « en dehors des heures réglementaires » restent à l'abattoir jusqu'à la visite (art. 7).

51. *Règlement d'abattoir de Romilly-sur-Seine (Aube).* 15 octobre 1900.

Les art. 38, 39 (§ 1 et 2), 40, 41, 47 et 53 reproduisent respectivement les art. 61, 62, 63, 64, 69 et 76 de Troyes 1894, n° 37, avec l'addition suivante du § 3 dudit art. 39 : Les intéressés transportent immédiatement à la salle d'autopsie, sur les indications du service, les viandes offrant des lésions quelconques susceptibles de motiver une saisie totale ou partielle.

52. *Règlement d'abattoir d'Hyères (Var).* 14 décembre 1900.

Le foie, le poumon, la rate, le cœur, recouverts de l'épiploon, et la tête restent adhérents aux agneaux et chevreaux (art. 59). — Les proprié-

taires, abatteurs ou garçons, sont tenus de faciliter la visite des animaux vivants, des viandes et abats (art. 62). — L'inspecteur pratique ou fait pratiquer dans les organes suspects les coupes ou manipulations nécessaires (art. 64). — Défense d'enlever, par épluchage ou grattage, des lésions morbides des chairs ou abats (art. 65). — Saisie d'office de tout animal signalé douteux au propriétaire et dont les viscères ont disparu (art. 66). — L'art. 77 est semblable à l'art. 126 de Saint-Étienne 1897, nº 41. — Les gros bovins sont enlevés par quartiers; les veaux et porcs, par moitiés; les ovins et caprins, entiers (art. 110).

53. *Règlement d'abattoir de Béziers (Hérault).* 21 mars 1901.

« Jusqu'après la marque et sous peine de saisie, les animaux abattus ne peuvent être dégarnis de leurs organes viscéraux et de leurs ganglions lymphatiques » (art. 18). — « La tête — avec les cavités nasales ouvertes, — les poumons, le foie et la rate de chaque solipède abattu sont examinés avec soin » (art. 28).

54. *Règlement d'abattoir d'Avallon (Yonne).* 20 mai 1901.

Les tripiers n'enlèvent « les *dedans* (foie, rate, poumon) qu'après la marque des viandes » (art. 16).

55. *Règlement d'abattoir d'Hénin-Liétard (Pas-de-Calais).* 10 mai 1902.

L'art. 48 reproduit l'art. 35 d'Arras 1884, nº 11.

56. *Règlement d'abattoir de Langres (Haute-Marne).* 6 juin 1902.

Les poumon, cœur, foie, rate ne peuvent être emportés qu'après l'inspection (art. 46). — « Les bouchers et charcutiers ne pourront en aucun cas se refuser à pratiquer ou à laisser pratiquer les coupes à travers la chair musculaire, les ablations ou incisions d'organes que l'inspecteur jugera nécessaires pour l'éclairer dans son diagnostic. — Les refus seront constatés par un procès-verbal, transmis immédiatement à l'autorité et la viande demeurera sequestrée jusqu'à ce qu'il ait été statué » (art. 50).

57. *Règlement d'abattoir de Troyes (Aube).* 22 août 1902.

Les art. 76, 77, 78, 79, 81, 88 reproduisent les art. 61, 62, 63, 64, 69 et 76 de Troyes 1894, nº 37, avec les additions suivantes : Les *chaudins* peuvent, après autorisation, être emportés avant la fente complète des porcs (art. 76). — L'inspection se fait toujours au pendoir (art. 78).

58. *Règlement d'abattoir de Saint-Nazaire (Loire-Inférieure).* 29 janvier 1903.

Les viscères restent à l'échaudoir et la peau adhère à la tête jusqu'à l'inspection (art. 32).

## ANNEXES

Les règlements d'abattoirs ci-dessous contiennent les prescriptions suivantes :

Les viandes et issues sont visitées : à *Bordeaux*, 10 mars 1864 (art. 10); à *Agde (Hérault)*, 15 décembre 1866 (art. 11); à *Alais (Gard)* 1er janvier 1880 (art. 19); à *Poitiers*, 14 janvier 1885 (art. 22); à *Verdun (Meuse)*, 27 avril 1885 et 3 novembre 1888 (inspection art. 6); à *Joinville (Haute-*

*Marne)*, 4 novembre 1891 (art. 4 et 26); à *Saumur*, 29 décembre 1892 (art. 17); à *Bagnères-de-Bigorre*, 26 juillet 1894 (art. 4); à *Dax*, 1er avril 1889 et 10 juin 1894 (art. 12); à *Castelnaudary*, 10 septembre 1896 (art. 5).

Les parties intérieures du corps sont visitées à *Grenoble*, 10 décembre 1883 (art. 20); à *Valence (Drôme)*, 4 juillet 1895 et 4 avril 1898 (art. 20); à *Privas (Ardèche)*, 1er octobre 1897 (art. 8).

Défense d'emporter avant l'inspection aucun organe ou partie d'organe, les viscères, le poumon en particulier : à *Dijon*, 5 janvier 1888 (art. 18) et 16 avril 1892 (art. 68); à *Orléans*, 20 septembre 1888 (art, 7); au *Havre*, 25 juin 1891 (art. 23 et 56); à *Bourges*, 1er octobre 1893 (art. 72); à *Melun*, 31 janvier 1894 (art. 65) ; à *Vierzon-Ville (Cher)*, 15 février 1895 (art. 59); à *Firminy (Loire)*, 24 août 1895 et 17 mai 1896 (art. 5); à *Nevers*, 30 janvier 1896 (art. 65); à *Vierzon-Village (Cher)*, 18 mars 1896 (art. 16); à *Chaumont (Haute-Marne)*, 20 juin 1896 (art. 45); à *Langres (Haute-Marne)*, 29 août 1897 et 11 février 1901 (art. 45); à *Angers*, 15 février 1903 (art. 86).

Défense de soustraire des viandes et abats ou viscères à l'inspection à *Troyes*, 20 août 1885 (art. 4) et 5 avril 1888 (art 6); à *Épinal*, 5 août 1888 (art. 11); à *Sainte-Savine (Aube)*, 26 décembre 1888 (art. 16); à *Foix (Ariège)*, 4 janvier 1890 (art. 5); à *Vertus (Marne)*, 19 juin 1891 (art. 36); à *Chalons-sur-Marne*, 26 août 1891 (art. 12); à *Vitry-le-François*, 15 mars 1893 (art. 48); à *Caen*, 1er août 1897 (art. 64); à *Sermaize-les-Bains (Marne)*, 13 novembre 1902 (art. 32).

Défense d'emporter avant l'inspection : 1° les viscères à *Carcassonne*, 10 septembre 1888 (art 12) (grands animaux); à *Marseille*, 1er octobre 1894 (art. 27); à *Amiens*, 14 décembre 1899 (art. 1); à *Hyères*, 14 décembre 1900 (art. 61); 2° les viscères des grands animaux, le poumon en particulier, à *Saint-Étiennne (Loire)*, 16 mai 1880 (art. 9); à *Antibes (Alpes-Maritimes)*, 29 août 1895 (art. 2).

Les animaux sont inspectés entièrement habillés : à *Chalons-sur-Marne*, 26 août 1891 (art. 11), à *Caen*, 1er août 1897 (art. 63). A cette condition s'ajoute la fente complète : I° des animaux, à *Orléans*, 20 septembre 1888 (art. 7); II° des bœufs, vaches, porcs, chevaux, mulets, à *Troyes*, 20 août 1885 (art. 2) et 5 avril 1888 (art. 5); III° des bœufs, taureaux, vaches, porcs, chevaux, *ânes* et mulets à *Saint-Dizier (Haute-Marne)*, 20 avril 1887, (art. 5); IV° des bœufs, taureaux, vaches, chevaux, *ânes*, mulets à *Sainte-Savine (Aube)*, 26 décembre 1888 (art. 10); V° des bœufs, taureaux, vaches, porcs, *veaux*, *moutons*, chevaux à *Épinal*, 5 août 1888 (art. 10); VI° des bœufs, taureaux, vaches à *Foix*, 4 janvier 1890 (art 4).

Les animaux abattus doivent sortir de l'abattoir « dépouillés, ouverts et vidés » : à *Tours*, 11 janvier 1862 (art. 8); à *Bourges*, 30 avril 1864 (art. 34) et 15 mai 1891 (art. 32) (entiers ou par quartiers); à *Pau*, 15 janvier 1872 (art. 24); à *Dax*, 1er avril 1889 et 11 juin 1894 (art. 27)

Les entailles ou découpures nécessaires à la constatation de l'état réel des viandes peuvent être pratiquées ou ordonnées par l'inspecteur : à *Troyes* (dans un local spécial), 20 août 1885 (art. 5); à *Saint-Dizier (Haute-Marne)*, 20 avril 1887 (art. 7). L'inspecteur peut les pratiquer : à *Grenoble (Isère)*, 10 décembre 1883 (art. 20); à *Valence (Drôme)*, 4 juillet 1895 et 4 avril 1898 (art. 20), à *Privas (Ardèche)*, 1er octobre 1897 (art. 8).

Il peut les ordonner : 1° à *Caen*, 1er août 1897 (art. 64); 2° sans préjudice pour les assujettis : à *Troyes*, 5 avril 1888 (art. 6); à *Épinal (Vosges)*, 5 août 1888 (art. 11); à *Foix (Ariège)*, 4 janvier 1890 (art. 5); à *Vertus (Marne)*, 19 juin 1891 (art. 36); à *Châlons-sur-Marne*, 26 août 1891 (art. 12); à *Vitry-le-François*, 15 mars 1893 (art. 48), à *Sermaize-les-Bains (Marne)*, 13 novembre 1902 (art. 32).

Défense d'enlever, gratter ou racler les séreuses des parois thoraciques et abdominales : à *Troyes*, 5 avril 1888 (art. 6); à *Épinal*, 5 août 1888 (art. 11); à *Orléans*, 20 septembre 1888 (art. 7); à *Sainte-Savine (Aube)*, 26 décembre 1888 (art. 16); à *Vertus (Marne)*, 19 juin 1891 (art. 36); à *Châlons-sur-Marne*, 26 août 1891 (art. 12); à *Vitry-le-François*, 15 mars 1893 (art. 48); à *Caen*, 1er août 1897 (art. 64); à *Sermaize-les-Bains (Marne)*, 13 novembre 1902 (art. 32).

Défense de faire disparaître les traces d'une maladie quelconque à *Épinal*, 5 août 1888 (art. 11); à *Châlons-sur-Marne*, 26 août 1891 (art. 12); à *Vitry-le-François*, 15 mars 1893 (art. 48).

---


# M. le Dr PIGNET

Médecin-Major de 2e classe


## DU COEFFICIENT DE ROBUSTICITÉ. — NOUVEAU MODE D'APPRÉCIATION DE LA FORCE PHYSIQUE DE L'HOMME AU MOYEN D'UN « INDICE NUMÉRIQUE » TIRÉ DES TROIS MENSURATIONS : TAILLE, PÉRIMÈTRE ET POIDS. [5.73.6]

*— Séance du 6 août —*

En 1897, M. le Dr Granjux, dans son mémoire sur la tuberculose dans l'armée (1), préconisait, parmi les moyens de défense contre l'envahissement de la phtisie, l'éloignement des sujets qui, par la faiblesse de leur constitution, semblent prédisposés à la maladie. Pour arriver à ce résultat, il serait utile, disait-il, « de déterminer, au moyen des rapports du périmètre et du poids avec la taille, un minimum de robusticité et d'ajourner tous les conscrits qui ne rempliraient pas ces conditions. »

L'année suivante, le médecin-major de 1re classe Mackiewicz cherchait, au moyen des dimensions du corps, à établir ce minimum de robusticité (2). Après avoir montré l'inutilité des mesures moyennes

(1) *Revue de la Tuberculose.*
(2) *Bulletin médical*, 1er mai 1898.

du périmètre et du poids, il en arrivait à déterminer les mesures minima au-dessous desquelles une recrue se trouve toujours à un degré de robusticité insuffisant. Par ces travaux la voie était ouverte; nous avons essayé à notre tour de la suivre.

Ayant eu l'occasion, comme jeune aide-major, de faire seul la visite d'incorporation au 35e régiment d'artillerie, en 1896, nous avions relevé avec le plus grand soin et conservé dans nos notes personnelles la taille, le poids et le périmètre des 510 hommes qui composaient le contingent de la classe 1895. Retrouvant ces notes quelques années plus tard, nous avons cherché à tirer de ces mesures l'indication de la force physique.

Nous savions déjà que chacune des mensurations prise à part est incapable de donner la solution cherchée ; mais il nous semblait qu'on devait pouvoir les combiner en une formule simple et en extraire un chiffre qui, à lui seul, exprimerait la valeur physiologique de l'individu; ce serait son coefficient de robusticité.

Tel était le problème que nous cherchions à résoudre. Nous pensons avoir atteint ce but et voici comment nous y avons été amené.

## I. De l'indice numérique

Chez l'individu normal, le périmètre égale au moins la moitié de la taille, il augmente donc avec elle ; de même le poids dans les organismes normaux doit s'accroître en même temps que la taille. Ces trois quantités, ayant une marche parallèle, devaient, nous semble-t-il, conserver entre elles une différence constante chez les individus normaux, quelle que fût leur taille. Nous eûmes alors l'idée d'additionner le périmètre et le poids et de soustraire de la taille la somme ainsi obtenue. Soit un total de 1m54 (154 centimètres) dont le périmètre thoracique est de 78 centimètres et le poids 54 kilos. Nous faisons la somme de ce périmètre et de ce poids : $78 + 54 = 132$. Cette somme est ensuite soustraite de la taille : $154 - 132 = 22$. Recommençant la même opération pour un homme normal de grande taille, 1m72 par exemple, avec un périmètre de 86 centimètres et un de 64 kilos, nous avions : $86 + 64 = 150$, somme qui, soustraite de la taille, donne encore 22 comme reste ($172 - 150 = 22$).

La constatation de ces premiers résultats nous amena à faire le même calcul pour toutes les tailles, en prenant, pour chacune d'elles, le périmètre moyen et le poids moyen calculé d'après les données de M. le Médecin Major Marty. Nous devions avoir, pour toutes les opérations, un reste à peu près constant et le résultat, en effet,

répondit à notre attente. Il est facile de s'en rendre compte en examinant le tableau suivant :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 154 — | (78 | + 54) | 132 = | 22 |
| 160 — | (81 | + 57) | 138 — | 22 |
| 165 — | (83 | + 60) | 143 = | 22 |
| 170 — | (86 | + 62) | 148 = | 22 |
| 175 — | (88,5 | + 64,5) | 153 = | 22 |
| 180 — | (91 | + 67) | 158 = | 22 |

etc.

Puisque, pour toutes les tailles, dans les cas moyens, le reste de notre soustraction était sensiblement le même, nous nous sommes demandé si ce reste, qui devait nécessairement varier avec les individus, ne pouvait pas traduire la force physique de l'homme. Dans cet ordre d'idées nous avons, pour les 510 hommes composant le contingent de 1895, retranché de la taille la somme du périmètre et du poids; nous avons obtenu ainsi, suivant les cas, un reste variant de 0 à 37.

Nous avons alors pris le registre d'incorporation et mis en regard du chiffre du reste de la soustraction la cote physiologique portée sur le registre. Nous avons constaté une concordance parfaite : l'homme était d'autant plus fort que le reste de la soustraction était plus petit; d'autant plus faible, au contraire, que le reste de la soustraction était plus grand. Voici, en effet, ce que nous avons relevé.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Reste inférieur à 10 | = | Constitution | très forte. |
| Reste de 11 à 15 inclus | = | Constitution | forte. |
| Reste de 16 à 20 — | = | — | bonne. |
| Reste de 21 à 25 — | = | — | bonne (moyenne) |
| Reste de 26 à 30 — | = | — | faible |
| Reste de 31 à 35 — | = | — | très faible |
| Au-dessus de 35 — | = | — | très médiocre. |

Nous appuyant sur cette constatation, nous avons donné au *Reste* de la soustraction, entre la taille et la somme du périmètre et du poids, le nom de *Indice numérique* ou *Valeur numérique* de l'homme. Notre calcul, simple et rapidement fait, s'exprime par la formule suivante :

*Indice numérique* = Taille — (Périmètre + Poids)

On peut se rendre compte, par les exemples qui précèdent que le chiffre de l'indice numérique est d'autant plus grand que la consti-

tution est moins bonne; d'autant plus petit, au contraire, que la force physiologique est plus grande.

Ainsi, le simple énoncé de l'indice numérique nous semble pouvoir indiquer la force physiologique d'un homme. L'indice 22 indique une constitution bonne moyenne; si le chiffre est plus élevé, la constitution est moins bonne; s'il est moins élevé, elle se trouve meilleure. Nous pouvons classer les indices numériques par groupes de cinq, correspondant aux constitutions, comme nous venons de le voir.

Un cas spécial peut se présenter dans la recherche de l'indice numérique. La somme du périmètre et du poids peut parfois égaler la taille ou même la surpasser. On peut avoir, par exemple, pour une taille de 1 m. 70, un périmètre de 95 cent. et un poids de 75 kilos, dont la somme sera 170. Un tel homme aura naturellement un indice numérique égal à zéro :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 170 | — | (95 + 75) | 172 | = 0. |
| Taille | — | (Périmètre + Poids) Somme | | = I. N. |

Il peut arriver même qu'avec une taille de 1 m. 67, un homme ait un périmètre de 95 cent. et un poids de 77 kilos. Il donnera alors la formule suivante :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 167 | — | (95 + 77) | 172 | = + 5 |
| Taille | — | (Périm. + Poids) Somme | | = I. N. |

Dans ce cas, nous indiquons le résultat en faisant précéder l'indice numérique du signe +. En réalité, le résultat d'une telle opération arithmétique devrait être précédé du signe —; cependant, nous préférons mettre le signe +, pour bien indiquer qu'il s'agit d'un homme auquel il ne manque rien et dont la somme du périmètre et du poids est même supérieure au chiffre de la taille. Le fait, du reste, est assez rare; nous avons rencontré dix fois seulement un indice numérique supérieur à zéro et cinq fois égal à zéro, dans 510 mensurations. Dans ces cas, il s'agissait d'hommes très bien constitués et non atteints d'obésité.

### II. Indice numérique de l'homme et morbidité

La valeur de l'indice numérique, en tant que mode d'appréciation de la force physique de l'homme, avait trouvé sa vérification dans les jugements des constitutions inscrits sur le registre au moment de

l'incorporation. Cette première vérification de l'exactitude du nouveau moyen que nous préconisons pour déterminer la valeur physiologique de l'individu ne nous a pas suffi. Nous avons voulu faire, pour ainsi dire, la preuve par la pathologie. Pour cela, nous avons cherché s'il existait une relation entre l'indice numérique du soldat et la résistance qu'il présente à la maladie. Les hommes dont l'indice numérique est très bon sont-ils moins souvent malades que ceux dont l'indice numérique est faible, ou n'existe-t-il aucun rapport entre ces deux données : indice numérique et morbidité?

Pour élucider ce point, notre étude a porté encore sur les 510 hommes de la classe 1895, incorporés au 35e régiment d'artillerie. Les 510 hommes de ce contingent se divisaient, au point de vue de l'indice numérique, de la façon suivante :

| INDICE NUMÉRIQUE | | |
|---|---|---|
| Zéro ou supérieur à + 1 | = | 15 hommes |
| de 1 à 5 inclus | = | 28 » |
| de 6 à 10 » | = | 62 » |
| de 11 à 15 » | = | 104 » |
| de 16 à 20 » | = | 130 » |
| de 21 à 25 » | = | 95 » |
| de 26 à 30 » | = | 51 » |
| de 31 à 35 » | = | 20 » |
| inférieur à 35 » | = | 5 » |
| Total....... | | 510 hommes |

Voyons ce que sont devenus ces hommes pendant leur séjour au régiment, ce qu'ils ont fourni d'entrées à l'hôpital et à l'infirmerie, le nombre de journées de traitement, et rapprochons ces données de l'indice numérique.

Pour l'hôpital le nombre des entrées comme fiévreux et comme blessés s'élève à 104. Quelle est la répartition de ces entrées par rapport à l'indice numérique des hommes? A ce point de vue, les blessés intéressent peu, puisque les accidents sont indépendants de la valeur des organismes. Pourtant nous avons constaté que le nombre d'entrées de blessés va en diminuant, à mesure que l'indice numérique est moins bon. Cela tient sans doute à ce que les hommes dont l'indice numérique est faible sont, en général, des ouvriers : cordonniers, tailleurs, bourreliers, menuisiers, etc... qui, travaillant la plupart du temps dans les ateliers, sont moins exposés que les autres aux traumatismes. C'est ainsi que, sur les vingt-cinq hommes qui ont un indice numérique inférieur à 30, dix-sept sont ouvriers et par conséquent ne font guère de service actif. Au con-

traire, le nombre d'entrées de fiévreux est d'autant plus grand que l'indice numérique est plus faible.

Le tableau ci-dessous met ces faits en évidence.

| GROUPES d'indices numériques | Nombre de blessés | Nombre de fiévreux | Nombre d'hommes dans chaque groupe | Quantité pour cent de blessés | Quantité pour cent de fiévreux | OBSERVATIONS |
|---|---|---|---|---|---|---|
| + de 1 et 0 | » | 1(1) | 15 | » | 6,66 | (1) Oreillons. |
| 1 à 5 inclus | 3 | 5(2) | 28 | 10,71 | 17,85 | (2) Oreillons. |
| 6 à 10 » | 8 | 6 | 62 | 12,90 | 9,68 | |
| 11 à 15 » | 10 | 12 | 104 | 9,61 | 11,54 | |
| 16 à 20 » | 11 | 15 | 130 | 8,46 | 11,54 | |
| 21 à 25 » | 5 | 15 | 95 | 5,26 | 15,97 | |
| 26 à 30 » | 2 | 6 | 51 | 3,92 | 11,76 | |
| 31 à 35 » | 1 | 4 | 20 | 5,00 | 20,00 | |

A l'aide de ce tableau on peut établir la courbe suivante (*fig. 1*) qui montre encore plus clairement l'exactitude de ce que nous avançons :

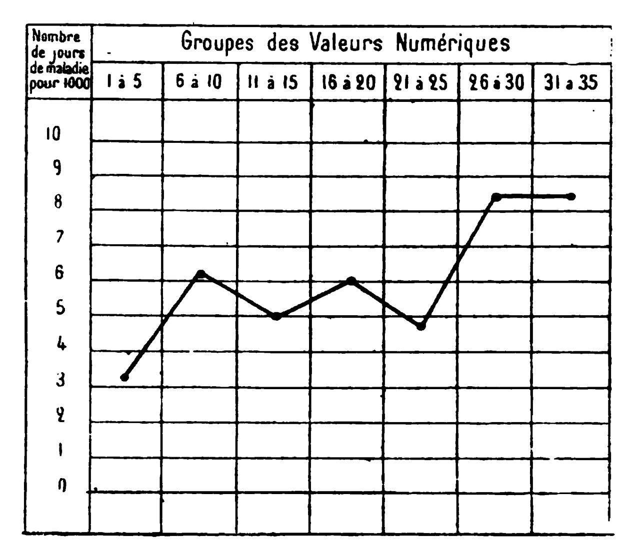



Fig. 1.

Pour le groupe d'indices numériques de 1 à 5 nous avons un chiffre de 17,85 0/0, qui est très fort, mais ce chiffre est donné par cinq entrées fournies par un groupe de 28 hommes seulement, et trois de

ces malades ont été atteints d'oreillons. C'est donc un cas exceptionnel, et nous allons voir, du reste, que le nombre de journées passées à l'hôpital pour cette classe d'indices numériques de 1 à 5 est peu considérable.

Le temps passé à l'hôpital ou en convalescence peut ne pas être proportionnel au nombre des entrées ; il doit fournir aussi un renseignement précieux. De plus, en étudiant le nombre des entrées, nous n'avons pas pu tenir compte de la durée de présence des hommes au régiment. Or, parmi les soldats du contingent dont nous nous occupons, beaucoup sont partis au bout d'un an comme dispensés, beaucoup au bout de deux ans, une batterie ayant alors quitté le régiment. Afin d'éviter cette cause d'erreur, nous avons relevé le temps de présence pour chaque homme. Nous sommes arrivé à savoir, par exemple, que les hommes d'indice numérique supérieur à l'unité, au nombre de quinze, ont, à eux tous, fourni un total d'années de service égal à 35 ans, soit 12.775 jours. Pour chaque groupe de cinq indices numériques nous avons établi ainsi la durée de présence au régiment. Nous avons fait ensuite le relevé du nombre de journées passées soit à l'hôpital, soit en convalescence, et nous avons ainsi obtenu un total de journées de maladies pour chacun de nos groupes de cinq indices numériques. Nous ne nous sommes occupé ici absolument que des fiévreux. Comparant le temps de maladie avec le temps de présence, il est facile de savoir combien de journées pour 1.000 ont été passées à l'hôpital ou en convalescence relativement, toujours, à l'indice numérique des hommes. Les résultats de cette recherche sont consignés dans le tableau suivant :

| GROUPES d'indices numériques | NOMBRE de journées de maladie | NOMBRE de journées de présence | NOMBRE de journées de maladie pour 1.000 jours de présence |
|---|---|---|---|
| 1 à 5 inclus............. | 65 | 20.440 | 3,18 ‰ |
| 6 à 10 » ............. | 286 | 44.895 | 6,37 ‰ |
| 11 à 15 » ............. | 404 | 81.760 | 4,94 ‰ |
| 16 à 20 » ............. | 612 | 102.565 | 5,97 ‰ |
| 21 à 25 » ............. | 350 | 77.380 | 4,52 ‰ |
| 26 à 30 » ............. | 334 | 40.150 | 8,31 ‰ |
| 31 à 35 » ............. | 132 | 16.060 | 8,21 ‰ |

A l'aide de ce tableau, on peut établir la courbe suivante (*fig.* 2) :

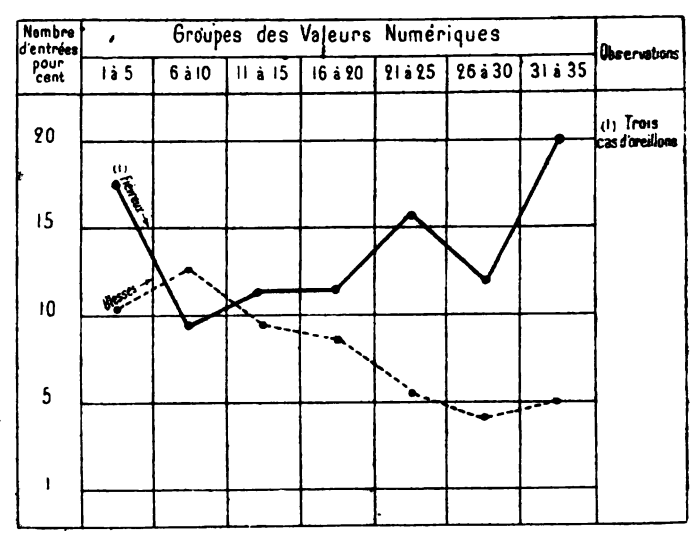



FIG. 2.

D'après ce qui précède, l'homme est donc d'autant plus sujet aux maladies que son indice numérique est plus faible.

Nous avons fait pour l'infirmerie le même travail que pour l'hôpital, au point de vue du nombre d'entrées et du temps passé à l'infirmerie. Les résultats obtenus ont été absolument concordants avec ceux de l'hôpital.

Il eût été intéressant de voir la relation qui existe entre l'indice numérique et les sorties définitives de l'armée par réforme, retraite, etc., ou les décès. Le contingent que nous étudions a donné lieu à six réformes, il a présenté deux décès ; ce n'est pas avec des points de comparaison aussi minimes qu'on peut arriver à des conclusions précises. Il y a tout lieu de croire, du reste, que, puisque la morbidité est grandement influencée par l'indice numérique, la mortalité et les réformes doivent suivre la même marche.

## III. APPLICATIONS DE L'INDICE NUMÉRIQUE

L'étude qui précède sur la morbidité par rapport à l'indice numérique nous démontre bien que cet indice représente exactement la valeur physiologique de l'homme. Cette donnée peut trouver son application dans les corps de troupe et, à ce propos, nous ne pou-

vons mieux faire que de citer les conclusions d'un très long mémoire de M. le Dr Butza, médecin chef de l'hôpital militaire « Regina Elisabeth », à Bucarest, mémoire paru dans la *Revista Sanitara militara*, en mai 1902, et d'un mémoire de 1903 portant sur 816 observations.

« Nous avons acquis la conviction, dit l'auteur, que la constitution physique de l'individu est très justement exprimée par le coefficient de robusticité Pignet. Ainsi, nous sommes arrivé aux conclusions suivantes :

« Tout homme ayant l'indice Pignet au-dessus de 25, et par conséquent une constitution faible, très faible ou très médiocre, d'après le tableau de M. le Dr Pignet, peut être exempté du service militaire, mais seulement après avoir passé deux fois devant le conseil de révision et avoir été ajourné; en procédant autrement, la morbidité et la mortalité dans l'armée seraient augmentées.

« Au moyen de l'indice numérique pris dans les corps de troupe à certains intervalles, nous pouvons nous faire une idée juste de l'état de santé d'un homme; si l'indice grandit, nous devons faire un examen médical complet et prendre des mesures en conséquence. »

Nous avons tenu à reproduire quelques-unes des conclusions de ce mémoire, parce que les recherches qui ont amené M. le Dr Butza et les médecins qui se sont occupés avec lui de cette question ont porté sur un très grand nombre d'hommes.

Nous sommes bien persuadé, pour notre compte personnel, que l'indice numérique pris dans les corps de troupes de temps en temps, tous les six mois par exemple, serait un moyen de surveillance efficace et certain de la santé des hommes et un moyen de surveillance auquel personne ne pourrait échapper. C'est là, croyons-nous, le plus grand service que peut rendre l'indice numérique, et nous l'utiliserons ainsi nous-même avec beaucoup de profit.

Dans tout ce qui précède, nous avons vu l'indice numérique appliqué à des hommes de 20 à 25 ans. Il peut être applicable à tous les âges, aux jeunes gens, par exemple, dont il permettra de suivre le développement. Dans ce dernier cas, le chiffre moyen ne sera plus 22, il faudrait, pour ainsi dire, transposer l'échelle. Un enfant de 14 à 15 ans, de force moyenne, aura, sans doute, un indice numérique aux environs de 30. De nombreuses recherches seraient encore à faire sur ce point.

L'indice numérique donne une cote physiologique précise qui, forcément, ne peut pas varier avec les expérimentateurs et qui, dans bien des circonstances, pourrait fournir un élément d'appréciation fixe, une base solide pour des statistiques, Il pourrait,

peut-être, trouver une application utile dans les cas d'assurances sur la vie.

Nous espérons pouvoir poursuivre nous-mêmes nos travaux sur ces questions; mais nous serions heureux de voir des expérimentateurs s'intéresser à notre indice numérique et nous aider dans nos recherches.

Avant de terminer, il nous reste à mentionner un appareil à calculer spécial que nous avons inventé et qui nous permet de trouver l'indice numérique avec une très grande rapidité et sans erreur possible. Le maniement en est extrêmement simple et on peut faire facilement les calculs pour 200 hommes, en une heure, avec un peu d'habitude.

---

## M. le Dr H. HENROT

Directeur de l'École de Médecine de Reims

### DE LA NÉCESSITÉ DE COMPLÉTER LA LOI SANITAIRE DU 15 FÉVRIER 1902

[614(09)]

*— Séance du 6 août —*

Lorsque la discussion de la loi sanitaire a été portée à l'ordre du jour de notre section, personne ne demandant la parole sur ce sujet. M. Henrot a demandé la permission de soumettre quelques réflexions à ses collègues.

La nouvelle loi sanitaire, si elle est méthodiquement et scrupuleusement appliquée, pourra rendre les plus grands services à l'hygiène; la déclaration obligatoire des maladies contagieuses, la désinfection, la vaccine obligatoire, l'amélioration des logements, la surveillance de l'adduction des eaux constituent des progrès très réels et très sérieux; cependant telle qu'elle est rédigée, en laissant aux Préfets et aux Conseils généraux le soin d'organiser, dans le département, la direction des services sanitaires, la loi risque d'être mal appliquée ou de ne pas l'être du tout.

Nous savons par expérience combien est difficile l'application d'une loi sanitaire; il est impossible de faire de l'hygiène sans léser des

intérêts particuliers de toute nature; de là l'hésitation des autorités administratives et la crainte de mécontenter des électeurs influents.

Pour ne citer qu'un exemple, la loi de 1874 pour la protection de la première enfance, la loi Roussel comme on l'appelle si justement, est promulguée depuis près de trente années; elle n'est pas encore appliquée dans tous les départements; nous pourrions citer beaucoup d'autres exemples.

Les deux rapporteurs de la loi de 1902 au Sénat et à la Chambre des députés, les Drs Cornil et Langlet, avaient compris la nécessité d'une organisation méthodique. Pour ne pas créer un nouveau fonctionnaire dans chaque département, on a laissé aux Préfets la faculté d'organiser ce service, au lieu d'en imposer l'obligation ; c'est une faute grave ; tout le monde sait que les Préfets sont essentiellement des personnages politiques; les Sous-Préfets, directement sous la surveillance de leur chef, n'ont aucune initiative; les maires enfin, en contact direct avec leurs concitoyens, s'efforcent d'éviter de prendre des mesures qu'ils savent de prime abord devoir être mal accueillies. La personne chargée de faire appliquer la loi doit avoir, vis-à-vis du corps électoral, une complète indépendance ; depuis plus de vingt ans nous réclamons la création d'un chef du bureau d'hygiène départemental qui ferait pour le département ce que fait le chef du Bureau d'hygiène municipal pour la commune ; nous réclamions non pas un inspecteur chargé de faire des rapports qui vont s'entasser dans des dossiers qu'on ne lit pas, mais un fonctionnaire technique, responsable, dirigeant effectivement tous les services de l'hygiène, comme l'ingénieur en chef dirige le service des Ponts et Chaussées. Ce directeur, au lieu d'être un agent du Préfet, eût été directement placé sous la surveillance du Directeur général de l'hygiène publique au Ministère de l'Intérieur et du Conseil d'hygiène départemental. Sans ce véritable chef de service, réunissant les qualités d'un savant et d'un administrateur, il est à craindre que, comme la loi Roussel, dans 30 ans la loi sanitaire ne soit pas appliquée.

Le choix de ce chef de service est très important; on avait voulu confier cette direction à un fonctionnaire qui existe déjà, l'inspecteur des enfants assistés; mais le rôle modeste de cet inspecteur, chargé de vérifier si les enfants soumis à son contrôle sont bien soignés, là où ils sont placés, n'est pas du tout celui qui convient au Directeur de la santé publique; il faut un véritable homme de science, un docteur en médecine ayant fait un stage à l'Institut Pasteur; il faut un hygiéniste et en même temps un bactériologiste babile, capable de

faire des analyses microbiennes des substances alimentaires et des eaux potables; sans cela le service sera mal assuré, la loi ne sera pas appliquée.

Devant la nécessité pour l'État de faire des économies, nous avons pensé que ces idées, depuis longtemps émises et défendues par nous, pourraient être simplifiées et modifiées ainsi qu'il suit.

L'Administration départementale a été admirablement organisée par ses créateurs; elle répondait très bien aux idées de centralisation qui s'imposaient il y a un siècle, alors qu'il y avait peu de routes, pas de chemins de fer, pas de télégraphes et pas de téléphones; aujourd'hui, cette vieille organisation n'a pas sa raison d'être; elle est très coûteuse et elle ne rend de service qu'au point de vue politique. Les sous-préfets sont des rouages inutiles entre les maires et le préfet; évidemment on en reviendra aux groupements analogues, à ceux qui constituaient autrefois les anciennes provinces. Du reste, pour l'armée, pour l'instruction supérieure, pour les cultes, la France est divisée en un certain nombre de régions ayant pour centre une grande ville; pourquoi n'en serait-il pas de même pour l'hygiène. Dans l'Est, par exemple, Paris, Lille, Nancy, Reims, Dijon, villes possédant des Facultés ou des Écoles de Médecine, des laboratoires de physique, de chimie, de bactériologie, deviendraient le centre de la direction des services de la santé publique; on trouverait facilement des professeurs d'hygiène, des directeurs de laboratoires de bactériologie qui, renonçant à l'exercice de la médecine, se consacreraient exclusivement au rôle important de directeurs régionaux de la santé publique. Tout ce qui concerne l'hygiène serait centralisé dans leurs mains, ces directeurs dépendraient directement du directeur général de l'hygiène publique au Ministère de l'Intérieur et du Comité consultatif d'hygiène publique de France.

Il serait homogène, complètement placé en dehors des influences politiques et des influences locales, ayant une direction unique, et sous la direction du corps le plus autorisé et le plus compétent qui réunit tous les hommes qui, en France, se sont distingués dans cette science spéciale, ce service pourrait alors veiller à l'application de cette loi sanitaire et accomplir de grandes améliorations que les Anglais et les Américains ont su réaliser.

Un exemple seulement fera bien comprendre toute l'importance d'un service d'hygiène bien organisé.

Tant que l'île de Cuba était sous la dépendance de l'Espagne, dont le service sanitaire était mal organisé, la fièvre jaune faisait de ter-

ribles ravages ; tous les ans, des centaines de malades succombaient à cette terrible maladie. Sous la direction savante et vigoureuse des États-Unis, qui ont appliqué et fait exécuter les mesures nécessaires, on a enregistré seulement une dizaine de cas l'année dernière et pas un seul cas cette année.

Nous, les compatriotes de Pasteur, ne nous laissons pas constamment devancer par les peuples jeunes qui nous prennent nos plus belles conquêtes scientifiques, non seulement pour les admirer, mais pour les appliquer efficacement en vue du plus grand bien des populations et on peut dire de l'humanité ; à notre tour imitons leur hardiesse et leur résolution.

A la suite de cette communication et après discussion, la section émet le vœu suivant, voté à l'unanimité :

Pour assurer le bon fonctionnement de la loi sanitaire, la section émet le vœu qu'il soit créé dans les différentes parties de la France, autant que possible dans les centres qui possèdent déjà des laboratoires de bactériologie, des directeurs techniques responsables, chargés, sous la direction du directeur général de l'hygiène publique, d'assurer l'exécution méthodique et complète de la loi sanitaire du 15 février 1902.

---

## M. le Dr Adrien LOIR

Ancien Préparateur de M. Pasteur
Professeur d'hygiène à l'École Nationale supérieure d'Agriculture coloniale

### L'INSTITUT PASTEUR EN RHODÉSIE

*— Séance du 8 août —*

Le 6 septembre 1902, l'Institut Pasteur recevait une dépêche venant de Londres, de la Chartered Compagnie de l'Afrique du Sud, demandant le départ immédiat d'un expert pour la Rhodésie. Il s'agissait de traiter les cas de rage et de prendre les mesures nécessaires pour arrêter l'épidémie qui venait d'apparaître entre le Zambèze et le Transvaal. Mes maîtres voulurent bien me proposer de me charger de cette mission.

Le but principal de mon voyage était donc d'organiser la lutte

contre la rage; mais, dès l'installation de l'Institut Pasteur de Bulawayo, on vint de tous les côtés me soumettre des problèmes dont on me demandait de chercher la solution; c'est ainsi que j'ai été amené à faire les études qui font l'objet de la présente communication.

### LA RAGE DANS L'AFRIQUE DU SUD

Dans tous les livres mentionnant les maladies épidémiques de l'Afrique du Sud, il est affirmé que cette contrée est exempte de rage. En 1892 et 1893, à Port-Élisabeth, dans la colonie du Cap, il y eut une épidémie de rage, importée d'Angleterre par un chien sur lequel on ne remarqua les premiers symptômes qu'après son débarquement. Le premier cas eut lieu en août 1892 et le dernier en août 1893.

Il y eut dans la ville environ 150 chiens reconnus enragés; on a tué jusqu'à 12 chiens et un chat enragés en quinze jours; on a trouvé sur le bord de la mer plus de 50 cadavres de chiens pendant l'épidémie; probablement une partie de ces animaux étaient morts de rage.

Grâce aux mesures prises (destruction des chiens errants et des chiens mordus, muselière imposée à tous les chiens de la ville pendant 7 mois environ) l'épidémie a complètement disparu. On a tué 1.840 chiens. Pendant toute cette épidémie, pas un cas de rage n'aurait été signalé en dehors de la ville et, le jour où l'hydrophobie a disparu de celle-ci, elle n'aurait plus existé dans l'Afrique du Sud. Ceci est bien extraordinaire : un chien enragé ne reste pas ainsi dans le lieu où il a été mordu. La maladie se manifeste, dès le début, par un besoin de mouvement; c'est un des premiers symptômes. L'animal fuit l'endroit où il vit d'ordinaire. Il est donc vraisemblable que la maladie a été répandue aux alentours de Port-Élisabeth et, lorsqu'elle s'est arrêtée de sévir dans la ville, elle a dû continuer dans la campagne; mais, comme dans beaucoup de pays, les cas ont été méconnus jusqu'au jour où une épidémie s'est développée dans une contrée voisine, sous une influence quelconque, La population européenne est très clairsemée dans l'Afrique du Sud. Pendant la guerre des Boërs, il a été difficile de se rendre compte des maladies dont souffraient les animaux, peut-être même les hommes. Puis, dans beaucoup de pays chauds, n'a-t-on pas nié, pendant longtemps, l'existence de la rage? En Palestine, à Constantinople, en Égypte, en Tunisie et en Algérie par exemple, il y a, je crois, à cela une raison, c'est que, dans les pays chauds, si la rage mue n'est pas plus fréquente que dans les pays tempérés, la période pendant laquelle le chien est

furieux est, on le croirait, beaucoup plus courte. Il n'est pas rare de voir en Europe un chien furieux pendant trois ou quatre jours. Il mord pendant toute cette période; beaucoup de personnes voient ce chien et il n'est pas possible de méconnaître l'existence de la rage. Dans les pays chauds, la période de fureur me semble plus courte. J'ai vu à Bulawayo un chien qui, à midi, avait des symptômes suspects, mais, à moins d'être exercé à reconnaître la maladie, on ne pouvait en reconnaître l'existence. Il était tenu en laisse par un nègre qui traversait la ville. Un peu après trois heures, il fut pris d'un accès de fureur et à six heures du soir il était mort. Ces courtes périodes pendant lesquelles on remarque des accès me semblent fréquentes dans les pays chauds, où il est rare de voir un chien furieux. J'avais déjà remarqué des faits analogues en Tunisie. On comprend donc comment la rage peut être méconnue pendant de nombreuses années jusqu'au jour où un cas bien avéré est observé par une personne compétente.

Quoi qu'il en soit, la rage n'a pas été signalée dans l'Afrique du Sud jusqu'au mois d'août 1902. A cette époque, une maladie nouvelle faisait son apparition en Rhodésie, entre le Zambèze et le Transvaal; elle prit de suite les allures d'une épidémie; les uns déclaraient que l'on se trouvait en présence de la rage, d'autres niaient l'existence de cette maladie. Pour trancher la question, le Gouvernement de la Chartered Compagnie, qui administre ce pays, s'adressa à l'Institut Pasteur de Paris en demandant l'envoi immédiat d'un expert à Bulawayo pour y édicter les mesures de police sanitaire et installer un laboratoire antirabique. Mes maîtres m'offrirent de me charger de cette mission et, le 10 octobre j'arrivais en Rhodésie avec tout un matériel de laboratoire. Voici les faits qui me permirent d'établir l'existence de la rage dans le pays.

1° Le 20 octobre, un lapin pris de rage paralytique me fut apporté au laboratoire. En voici l'histoire. Au commencement de septembre, un chien ayant des symptômes étranges se jette sur un cheval qu'il mord. Comme à cette époque la rage était inconnue dans le pays, on tua le chien et on mit le cheval en observation pour voir ce qui allait advenir. Le 21e jour après la morsure, le cheval présenta des symptômes de rage; il était si excité qu'on le tua le 22 septembre; avec son cerveau le docteur Clark de Bulawayo inocula dans l'œil le lapin qui me fut apporté au laboratoire le 20 octobre. Celui-ci était paralysé depuis le 19 et mourut le 22 octobre. Je fis son autopsie et, avec son bulbe, j'inoculai un autre lapin, qui fut pris de rage quinze jours après. Nous avons là différents cas de rage en série; les animaux meurent avec des symptômes rabiques, le cheval 21 jours après sa morsure, le lapin 22 jours après l'inoculation du cheval

malade, le second lapin 15 jours après l'inoculation; c'est presque une expérience de laboratoire qui démontre l'existence de la rage.

2° Le 25 octobre M. Taylor, chef commissaire des indigènes me prie de venir voir son chien, un grand et superbe danois qui paraissait malade: la veille au soir il avait de la bave aux commissures des lèvres et avait l'air inquiet. Le lendemain il se jetait sur tous les objets qu'il rencontrait pour les mordre. On venait de l'attacher par une forte chaîne et il allait et venait d'un bout à l'autre du lien qui le retenait captif; il aboyait de temps en temps sans raison et ces cris étaient l'aboiement caratéristique de la rage, il n'y avait pas à s'y tromper.

Environ deux mois auparavant, M. Taylor avait entendu la nuit une bataille de chiens sur la vérandah. Étant venu au secours de son chien, il en avait vu un autre s'enfuir; il n'avait pas remarqué de morsure sur son danois. Ce dernier a été abattu d'un coup de fusil. Le cadavre m'a été apporté au laboratoire; j'ai trouvé des corps étrangers dans l'estomac. Avec le bulbe j'inocule un lapin qui est pris de rage paralytique le 7 novembre.

3° L'un des indigènes ayant subi le traitement au commencement de novembre avait été mordu par un chien à trois mois d'intervalle, dans les circonstances suivantes : Ce nègre était au service de M. Weir, de Bulawayo. Le chien de ce dernier qui a mordu le nègre donnait des signes manifestes de changement de caractère, depuis deux jours il n'obéissait plus, il avait fui la maison et c'est en revenant deux jours après son départ, c'est-à-dire quatre jours après le début de la maladie, qu'il mordit le domestique. Ce chien cherchait à mordre dans le vide, se jetant sur tous les objets et les personnes sans pouvoir réussir à serrer les dents. On le tua. Il avait été, nous dit son maître, mordu par un chien qui s'était introduit dans son chenil pendant la nuit un mois avant; après s'être battu avec lui l'animal étranger s'était sauvé sans qu'on l'ait jamais vu. Le lendemain, M. Weir trouva son chien avec une morsure assez profonde à l'oreille. Après la mort de la bête, le vétérinaire à qui l'on parla de ce cas attribua la maladie à des convulsions en disant que la rage n'existait pas dans le pays. Ce serait le premier cas de rage qui ait été signalé. Ces faits se passaient dans la première quinzaine du mois d'août. Cette relation faite par une personne qui ne connait pas les symptômes de la rage semble être calquée sur une observation d'un chien rabique.

4° Nous avons avec le Dr Clark, chirurgien de l'hôpital de Bulawayo, fait l'autopsie d'un indigène qui avait été mordu à la main depuis un mois et demi par un chien qu'on soupçonnait atteint de rage. Rien à l'examen post mortem ne pouvait expliquer la mort et les symptômes présentés par cet homme de son vivant étaient ceux de la rage. Malheureusement l'état de putréfaction du cadavre ne nous a pas permis de faire des inoculations.

Tous ces faits, et je pourrais en ajouter d'autres, m'ont permis de conclure que la rage existait en Rhodésie.

Elle peut certainement être venue du Nord du Zambèze, mais elle peut aussi, je crois, avoir été apportée du sud; ainsi, l'épidémie de

Port-Élisabeth a très bien pu s'étendre et couver en quelque sorte pendant plusieurs années. Je sais bien qu'on prétend suivre la rage depuis le Zambèze jusqu'à Bulawayo, mais le premier cas ainsi importé coïncide avec une période où l'épidémie de rage semble battre son plein. Un chien peut apporter la rage dans une région, mais il faut plusieurs mois pour voir se développer une grosse épidémie. Ici, au contraire, on voit tout à coup un très grand nombre de chiens, de chats, d'ânes, de mulets, etc., développer la maladie. On a l'impression qu'elle existe là déjà depuis assez longtemps. On dit que les indigènes d'un certain âge se souviennent d'une maladie semblable qui existait en Rhodésie il y a environ trente ans; puis elle aurait disparu.

Dans tous les cas, la rage sévit depuis plus de deux ans dans le Barotseland au Nord du Zambèze. Lovanika, roi du Barotseland, pendant le cours de 1901, un peu avant son départ pour l'Angleterre, où il allait assister au couronnement d'Édouard VII, a fait tuer tous les chiens de ses sujets. Ils étaient malades, dit-on. D'un autre côté, la rage serait inconnue dans le Congo français; existerait-elle dans le Congo belge, qui touche au Barotseland? Si non, comment est-elle arrivée au Nord du Zambèze, par le Nord de l'Afrique, ou par le Sud?

En Rhodésie, les mesures de police sanitaire prises par le gouvernement pour lutter contre la rage dès son apparition ont été calquées sur celles qui sont en vigueur dans les autres pays; mais elles ont été complétées, le 23 octobre, par les mesures suivantes :

Tout propriétaire ou gardien de chien ou d'un animal pouvant avoir la rage doit, au premier signe de la maladie, détruire cet animal ou le mettre dans l'impossibilité de nuire;

Tout chien doit être à la chaîne ou muselé;

Tout chien trouvé non muselé sera détruit;

Toute personne qui vient de tuer un animal enragé doit le brûler ou l'enterrer de suite dans un lait de chaux à une profondeur de 4 pieds. Une amende de 1.250 francs et 3 mois de prison avec travaux forcés sont infligés à toutes personnes qui ne se conformeraient pas à ces mesures.

Jusqu'à ce jour, on a détruit plus de 80.000 chiens; 5.000 muselières, à 6 francs l'une, ont été vendues par le Gouvernement aux indigènes, qui se conforment à la loi volontiers, car ils comprennent l'importance de ces mesures pour lutter contre l'épidémie.

Il n'a pas toujours été aussi facile d'imposer à ces nègres d'origine zouloue des mesures de police sanitaire. En 1896, lors de l'épidémie

de peste bovine, les anglais voulurent tuer tous les bovidés qui se trouvaient dans les districts infectés; les noirs, ne comprenant pas l'utilité de ces hécatombes, se révoltèrent et profitèrent de l'absence de la police, qui avait été emmenée par le docteur Jameson pour l'aider à accomplir son fameux raid contre le Transvaal, et les anglais eurent beaucoup de peine à rétablir l'ordre. Cette fois, les mesures de police sanitaire ayant été acceptées volontiers, il est à prévoir que l'épidémie de rage ne tardera pas à diminuer; mais je crois qu'il sera bien difficile de la faire disparaître de ce continent où il y a de nombreux fauves et où la population est encore très clairsemée.

Au moment de mon départ, j'ai demandé, à la requête de la Chambre des Mines, un adoucissement aux mesures édictées. La majeure partie des chiens errants a été tuée, si bien que les chiens qui sont pris à l'heure actuelle sont souvent des chiens de luxe, partis de chez leur maître sans muselière ou ayant perdu celle qu'ils portaient : j'ai proposé la création d'une fourrière où les chiens pris sur la voie publique seraient conservés pendant 24 heures, pour permettre à leur maître de venir les y rechercher en payant une amende; c'est, en effet, la mesure adoptée dans tous les pays où la rage existe.

Dans un journal de Bulawayo qui m'a été envoyé, j'ai lu, à la date du 31 janvier, que tout chien portant la plaque de la Municipalité, mais trouvé sans muselière, pourra être rendu à son propriétaire après paiement d'une amende de 25 francs. Les chiens n'ayant pas la plaque municipale continueront à être détruits immédiatement après leur capture.

J'ai dirigé l'Institut Pasteur de Bulawayo jusqu'au 10 janvier 1903, où j'ai remis le service au docteur Dogson, que je venais de mettre au courant du traitement antirabique. J'ai appliqué, en Rhodésie, la méthode de Pasteur, avec la modification si commode du docteur Calmette, c'est-à-dire en ne faisant que trois ou quatre lapins pas mois et en conservant les moëlles atténuées dans la glycérine. Jusqu'à ce jour, pas une des personnes traitées n'est morte de la rage.

Le rapport annuel de la British South Africa Company, sur l'administration du gouvernement de la Rhodésie, vient de paraître le 15 juillet dernier; il signale l'apparition de la rage dans le pays et s'exprime ainsi :

« Une autre maladie, la rage, a fait son apparition en Rhodésie au mois de septembre 1902. Des dispositions ont été prises immédiatement pour obtenir l'établissement d'un laboratoire antirabique à

Bulawayo. Le docteur A. Loir fut désigné par l'Institut Pasteur de Paris ; grâce à son énergie et à son habileté, l'épidémie a été promptement arrêtée et de nombreuses vies furent sauvées. »

### LA DESTRUCTION DES TERMITES

On trouve en Rhodésie de nombreuses espèces de termites. Ces insectes, connus sous le nom de fourmis blanches, sont les adversaires les plus acharnés de la colonisation dans ce pays. Je fus invité par le gouvernement à étudier les moyens de destruction de cette peste.

Les termitières ont 4 à 5 mètres de haut; ces monticules sont creusés d'une grande galerie, qui se continue sous la terre par une série de tunels plus petits, mais qui ont souvent plusieurs décimètres de diamètre et descendent à plus d'un mètre de profondeur, jusqu'à la cellule de la reine chargée de pondre les œufs. Les armées de termites sortent de ces nids pour opérer leur œuvre de destruction. On compte qu'il faut planter cinquante arbres dans le parc de Bulawayo pour en avoir un. En quelques heures on voit disparaître la chair des cadavres des animaux abandonnés sur le sol. Les livres, les papiers, les habits, les souliers sont dévorés, le bois des charpentes est rongé, si bien que la solidité des habitations est compromise ; à Bulawayo les dégâts sont estimés à plus de 250.000 francs par an. On paye une prime de 5 francs par reine détruite; comme il n'y a qu'une reine par termitière, la pullulation est retardée, mais la reine est bientôt remplacée.

Pour combattre ces ennemis, on s'est servi de la dynamite, du sulfure de carbone. Après avoir examiné la disposition intérieure des termitières, j'eus l'idée de faire circuler dans ces galeries le gaz sulfureux dont on se sert aujourd'hui, pour détruire les rats et la vermine à bord des bateaux. On place un des tuyaux de l'appareil Clayton dans l'ouverture de la termitière. Ce tuyau, grâce au ventilateur, lance le gaz sulfureux; on pratique un trou à quelques mètres plus loin afin de placer le second tuyau d'aspiration dans les prolongements de la termitière. L'air des galeries est aspiré, il passe dans le four où brûle le soufre, se charge des vapeurs asphyxiantes et est lancé dans la termitière qui, en moins d'une heure, est inondée de gaz.

Les expériences sont en ce moment continuées par M. Pease, mon préparateur, et donnent de très bons résultats. Les fourmillières se remplissent facilement de gaz, qui tue tous les insectes, les œufs et

les larves. C'est un procédé peu coûteux, qui pourra rendre des services dans nos colonies des tropiques, où les ravages faits par les termites s'élèvent à plusieurs millions.

Au point de vue de l'hygiène, la question de la destruction des termites est importante; ces insectes sont en contact avec toutes les matières organiques en voie de décomposition, qu'ils font disparaître de la surface du sol, et, comme ces termites reviennent ensuite dans les maisons, qu'on les retrouve jusque sur les lits, on voit de là les causes de contagion possibles.

Le problème, tel qu'il vient d'être résolu, a été posé il y a bien des années par le savant naturaliste de Quatrefages. Celui-ci, dans une étude sur les termites, avait émis l'opinion que, pour parvenir à les détruire, il était nécessaire d'avoir à sa disposition un gaz doué d'une force de pénétration suffisante pour s'introduire en peu d'instants dans tous les recoins de la cité des insectes. De Quatrefages cite le chlore comme susceptible de remplir ces conditions, mais il en indique les inconvénients : la pression très basse du chlore permet aux termites de se soustraire au danger; le parasite, ayant le temps de se murer dans sa demeure, empêche ainsi l'arrivée du gaz et son action mortelle ne peut pas s'exercer. Le gaz Clayton répond absolument aux desiderata de M. de Quatrefages.

### ALIMENTATION ET MALADIE SPÉCIALE AUX INDIGÈNES DE LA RHODÉSIE DANS LES MINES D'OR. — LA BIÈRE DES CAFRES

A la requête de la Chambre des Mines, le gouvernement de la Rhodésie me demanda d'étudier l'hygiène des indigènes travaillant dans les mines. Ces nègres sont très rapidement sujets, après leur arrivée, à des maladies que la plupart des médecins anglais attribuent à une alimentation défectueuse. Tantôt ce sont les symptômes du scorbut, tantôt ceux du béri-béri qui apparaissent. Ceux d'entre eux qui n'abandonnent pas leur campement ne sont jamais malades.

J'ai eu dans mon laboratoire à Bulawayo, pendant plus de trois semaines, trente-quatre femmes, qui m'avaient été amenées pour me permettre d'étudier la façon de fabriquer une sorte de bière, leur boisson de prédilection, faite avec du maïs, du sorgho et du millet. J'ai pu ainsi suivre la façon dont ces indigènes s'alimentent; leur régime est extrêmement varié et se compose en général de bouillies faites avec du grain; les femmes mangeaient des viandes fraîches, des courges, des épinards sauvages et des patates cuites dans la graisse. Les bouillies étaient servies dans un grand plat, où chacune

d'elles en prenait une certaine quantité avec l'extrémité de ses doigts ; avant de la porter à sa bouche, elle la roulait en boule dans la paume de sa main et la trempait dans de la graisse chaude ou la mélangeait avec des graines d'arachides grillées. Le lait caillé est aussi très en faveur. Enfin, elles boivent cette bière, qu'elles fabriquent en faisant fermenter la farine de maïs provenant de grains qui ont été d'abord soumis au maltage.

Quelques semaines après que j'eus fait cette étude sur la bière cafre, on m'envoyait onze indigènes dans un état de maigreur effrayante, présentant des symptômes attribués soit au scorbut, soit au béri-béri. On me remit en même temps les provisions que le gouvernement leur avait données. Ces dernières se composaient d'un sac de grain de millet et de quelques boîtes de corned-beef. Ils devaient chaque jour, avec ce millet, composer un brouet, sans aucun condiment destiné à être leur unique aliment. Quant aux boîtes de corned-beef, elles devaient leur être distribuées une fois par semaine. Voilà le régime auquel on soumettait ces êtres humains dans les mines. Mais, chose bien plus extraordinaire encore, quelques jours plus tard, un fourgon militaire amenait à mon laboratoire trois individus ayant encore à peine l'apparence humaine. Ils faisaient partie d'un groupe de quatorze cents arabes amenés d'Aden un an auparavant pour travailler dans les mines. Ces arabes avaient été soumis au même régime alimentaire que les nègres du pays et comme eux étaient devenus malades, privés de leur alimentation habituelle. Ils avaient refusé de travailler et s'étaient enfin trouvés sans argent pour se procurer quelques-uns des aliments auxquels ils étaient habitués. L'un de ces noirs avait, par hasard, habité autrefois l'Algérie et le premier mot qu'il arriva à me faire comprendre fut celui de Smen, c'est-à-dire beurre fondu, que ces indigènes sont accoutumés à manger sur du pain. Quelques semaines d'une nourriture plus appropriée à leurs habitudes furent suffisantes pour les mettre en voie de guérison. Ces trois arabes repoussaient avec dégoût la bière cafre qui, au contraire, était fort goûtée par les nègres du pays. Ces brèves remarques, résumé d'une étude beaucoup plus longue, prouvent qu'il est nécessaire de se rendre un compte exact du régime alimentaire des indigènes que l'on emploie, de la nécessité de varier leur nourriture et de l'importance de ne point soumettre au même régime ceux dont l'alimentation habituelle est différente.

### LA MALARIA BOVINE, « TEXAS FEVER » OU « REDWATER » DANS LA RHODÉSIE

La *Tristeza* ou malaria bovine est connue en Rhodésie sous le nom de *Redwater* et vient de sévir sous la forme d'une véritable épidémie (1901 et 1902). Pendant ces dix dernières années, on a signalé des cas de *Texas fever;* de temps en temps, les routes, les villes et tout le pays a été peu à peu et graduellement infecté et, comme la tique *(Rhipicephalus Decoloratus)* se trouve en grand nombre dans ce pays, tout a été réuni pour disséminer la maladie.

Il est probable que l'infection a été apportée par les bêtes servant aux transports et venant du Natal et du Transvaal où la maladie existe depuis longtemps.

Les ravages de la malaria bovine furent retardés en Rhodésie par ce fait qu'une grande partie du bétail a été décimé depuis 1894 par la rinderpest, les tiques ne trouvant plus ou presque plus de bétail, ne pouvaient s'infecter ni infecter de nouvelles bêtes par conséquent. L'attention des éleveurs a été surtout attirée sur les dangers de cette épizootie par ce fait que, en 1901, sur plus de 800 bêtes importées d'Australie pour repeupler le pays des animaux que la peste bovine avait fait mourir, trois seulement étaient vivantes au bout de quelques semaines. Cette mortalité énorme fut suivie d'une véritable épidémie l'an d'après sur le bétail.

Pendant ma mission en Rhodésie, j'ai eu à examiner plusieurs bêtes mortes de la *Redwater*, les organismes se montraient dans au moins 80 à 90 pour cent, des globules rouges, la forme caractéristique en poire était peu abondante ; les bêtes mouraient rapidement de la maladie, souvent sans présenter les symptômes principaux, comme le pissement du sang.

En 1901, à l'Institut Pasteur de Tunis, nous avons examiné avec M. Duclaux de nombreuses préparations de sang de bêtes tunisiennes mourant de la maladie; on trouvait des organismes dans chaque champ du microscope, mais en petit nombre, tandis que sur les animaux autopsiés en Rhodésie, ils étaient très nombreux. En Tunisie, les bêtes que nous avons examinées étaient venues au laboratoire et mouraient très lentement après plusieurs jours de maladie. En Rhodésie, il vient d'y avoir une véritable épidémie foudroyante et dans le sang on trouve une grande quantité d'organismes microscopiques. Les préparations de sang que j'ai faites en Rhodésie ont été examinées par M. le professeur Laveran et, le

16 mars 1903, il a publié à l'Académie des Sciences une description des formes trouvées dans ces préparations. On rencontre des éléments allongés, baciliformes, droits ou recourbés, au nombre de 1 à 4 dans une hématie, des petits éléments sphériques ressemblant à des microcoques souvent au nombre de 2 ou 4 dans une hématie.

Dans une même hématie, on rencontre souvent des pseudo-microcoques et des pseudo-bacilles.

Les formes typiques du *Piroplasma bigeminum* sont, en général, rares dans les préparations; on les rencontre toujours en même temps que les formes atypiques.

Les formes atypiques de *Piroplasma bigeminum* ont été signalées déjà par quelques observateurs et il est à noter que, dans tous les cas, il s'agissait d'épizooties africaines.

On cherche, comme mesure prophylactique contre cette maladie, à détruire les tiques qui infestent les bêtes; pour cela, on vient de faire construire de nombreux « Dipping Tanks »; ce sont de grandes piscines où les bovidés sont précipités au moyen d'une planche à bascule sur laquelle on les fait avancer; ils nagent en traversant le bain et sortent de l'autre côté. Chaque bête reste environ dans l'eau une minute. L'eau du bain est chauffée à une température d'environ 38 à 39° centigrades.

Le bain contient :

6 livres d'arsenic
24 livres de savon jaune commun
24 livres de cristaux de soude
20 litres de goudron de Norvège
1600 litres d'eau

Ce liquide est porté à l'ébullition pendant six heures. Pour cela, on se sert à Bulawayo de deux réservoirs en fer d'une capacité de 1600 litres. On met 1200 litres de liquide seulement dans chacun d'eux et on ajoute 300 litres lorsque l'ébullition a été continuée pendant cinq heures. Si on emplit les réservoirs de suite, le liquide coule au dehors en bouillant.

Il faut que tout le liquide soit soumis à l'ébullition, ce que l'on fait en emplissant plusieurs fois les réservoirs, car le bain contient environ 14000 litres, il est couvert, de façon à ce que la pluie ne puisse pas y entrer. On se sert constamment du même bain, en se contentant d'ajouter du liquide frais pour remplacer celui que chaque bête emporte en sortant de l'eau; on compte que la perte ainsi produite est d'environ moins de 4 litres par tête.

Les vaches très infectées ressentent quelquefois l'effet du premier bain, mais, au bout d'un jour ou deux, elles reviennent en bonne santé. Les vaches laitières perdent quelquefois leur lait pour un jour ou deux, mais ensuite ce lait revient en plus grande quantité qu'avant.

Les tiques ne tombant pas avant quatre à cinq jours après le bain. le résultat est décourageant au début, car ils paraissent aussi nombreux qu'avant; mais, en les examinant, on les trouve morts ou mourants et ils tombent après le quatrième ou cinquième jour.

Les vaches pleines, celles qui sont très maigres, peuvent être baignées impunément. En baignant les veaux, il faut mettre une corde qui permettra de maintenir la tête hors de l'eau; sans cela ils plongent deux et trois fois et boivent trop de liquide.

## PÉRIPNEUMONIE CONTAGIEUSE DES BÊTES A CORNE

J'ai eu l'occasion de faire, aux environs de Bulawayo, l'autopsie d'une vache morte de péripneumonie; du reste, cette maladie existe paraît-il d'une façon très considérable au nord du Zambèze.

Comme moyen préventif, on se sert de la méthode de Willems, au moyen du virus péripneumonique que l'on inocule à la queue; mais ce qui manque le plus, c'est une provision de virus nécessaire lorsqu'on veut faire l'opération.

J'ai constaté que l'Institut bactériologique de Grahamstown livre aux propriétaires des tubes de virus préparés selon la méthode que nous avons mise en œuvre de 1889 à 1892 en Australie, lors de notre séjour à la direction de l'Institut Pasteur Australien.

L'élevage des bêtes à cornes se fait en grand en Australie. dans les régions éloignées de la côte. Lorsqu'on veut amener les bovidés dans les ports de mer où se fait l'embarquement de ces animaux dans les frigorifiques qui les conduisent en Europe, on est obligé de faire parcourir à ces bêtes des distances énormes de plusieurs centaines de kilomètres. Ces exodes se font sur des routes spécialement réservées à cet usage, routes qui sont infectées par la péripneumonie. Ces voyages durent deux et trois mois et les bêtes qui n'ont pas la péripneumonie dans les pays d'élevage où elle n'existe pas la gagnent pendant le voyage, d'où des pertes de 35 et 40 o/o. Lorsque le premier cas se présente, il est en effet trop tard déjà pour mettre le reste du troupeau à l'abri de la maladie par l'inoculation préventive selon la méthode de Willems.

Les Australiens, qui connaissent l'efficacité de l'inoculation du virus

péripneumonique à la queue pour prévenir la maladie, désiraient obtenir une culture *in vitro* de la maladie, pour s'en servir avant le départ des animaux pour les marchés du Sud. Ainsi posé, nous savions le problème insoluble, connaissant les efforts tentés par tous les bactériologistes pour isoler le microbe spécifique. Mais nous connaissions les expériences de M. Pasteur, qui inoculait les animaux dans une région autre que la queue (région défendue sous peine de mort de Bouley) et obtenait ainsi un œdème contenant une grande quantité de virus. Nous démontrâmes que ce virus était aussi virulent que le liquide de la péripneumonie pris dans la cavité des plèvres, qu'on pouvait avec ce virus obtenir des passages par des animaux qui offraient une source suffisante de liquide; que ce liquide donnait l'immunité, aussi bien que le virus du poumon, et que même il avait l'avantage d'être un peu atténué ou tout au moins plus pur et, partant, d'entraîner moins souvent la perte de la queue de l'animal inoculé.

Nous avons indiqué, après plusieurs mois, les conditions à remplir pour obtenir à coup sûr de bons résultats avec de jeunes veaux. A la suite de ces recherches, qui ont été récompensées par le Gouvernement d'un prix de 25.000 francs, nous avons installé une station où l'on entretient constamment une source de ce virus, qu'on recueille dans des tubes effilés, qui sont ensuite envoyés aux propriétaires qui en font la demande et permettent d'inoculer les bêtes avant le départ sur les routes qui mènent sur les grands marchés du Sud. Cette inoculation préventive évite, de l'aveu des intéressés, une perte annuelle de plus de seize millions de francs en Australie.

C'est cette méthode qui est mise en ce moment en pratique dans l'Afrique du Sud et qui donne de bons résultats entre les mains du Dr Edington, directeur de l'Institut Bactériologique de Grahamstown.

Je terminerai cet exposé des études que j'ai faites pendant les trois mois de mon séjour à Bulawayo en publiant cette lettre qui m'a été écrite par le chef du Gouvernement de la Rhodésie au moment de mon départ; elle est datée du 9 janvier 1903.

Cher Monsieur, je désire vous témoigner avant votre départ de la Rhodésie les plus cordiaux remerciements de ce gouvernement pour les importants services que vous venez de nous rendre en établissant un Institut Pasteur à Bulawayo pour lutter contre la rage.

Quoique ce gouvernement vous ait seulement invité à venir en Rhodésie pour vous occuper de la rage, je constate avec reconnaissance l'intérêt que vous avez pris à l'étude de la majeure partie des maladies et des fléaux contre lesquels nous avons à lutter, particulièrement la fièvre du

Texas, la péripneumonie, le scorbut et la peste des fourmis blanches. Je suis certain que vos recherches et vos avis auront l'effet le plus heureux.

Votre brochure intitulée : *Notes sur la Rhodésie au point de vue bactériologique* forme une additon instructive à nos connaissances et sera lue avec intérêt par toute la communauté.

J'espère que votre courte visite en Rhodésie aura été agréable pour vous et je puis vous assurer qu'elle a ajouté au profond sentiment de gratitude que l'on témoigne dans le monde entier à l'Institut que vous représentez et à son grand fondateur.

Veuillez, etc.

Signé : H. MILTON.

---

# M. Paul DELBET

à Paris

## SUR LA DÉPOPULATION [614-1]

*— Séance du 10 août —*

J'ai étudié déjà l'année dernière, au Congrès de Montauban, la question de la dépopulation de la France. Les idées que j'ai exposées ont reçu un bienveillant accueil et les membres de la Section ont bien voulu m'encourager à continuer l'étude de cette question. C'est pourquoi je vous demande la permission de prendre à nouveau la parole sur le même sujet.

J'ai posé en principe, au Congrès de Montauban, que la dépopulation, au moins relative, de la France résulte de la diminution de la natalité et que cette diminution de la natalité est intentionnelle et volontaire. Mon opinion sur ce point n'a pas changé. L'enquête que j'ai poursuivie cette année et que ma situation de médecin rend particulièrement aisée m'a démontré de la manière la plus évidente que la famille française serait, sur son sol national, au moins aussi prolifique que sur le sol canadien, si les Français eux-mêmes n'intervenaient souvent, même d'une manière criminelle, pour enrayer la natalité.

Je ne dirai pas que cette conduite est immorale : nous ne faisons pas ici de morale et le mot paraît prudhommesque au scepticisme contemporain; je dirai simplement qu'elle est maladroite. La doc-

trine de l'intérêt personnel règne en maîtresse : or, la diminution volontaire de la natalité, cherchée et voulue comme le moyen d'augmenter la fortune de l'individu et de la famille, va précisément contre le but poursuivi.

Tous les législateurs s'accordent à reconnaître que la diminution du chiffre de la population a pour corollaire une diminution de force, de puissance et de richesse de la nation. La diffusion des connaissances et de l'instruction, les publications et les conférences de philosophes et d'hommes d'État que l'on doit saluer comme de véritables bienfaiteurs de l'humanité, ont rendu l'éventualité d'une guerre européenne de moins en moins probable; mais, pour être placées aujourd'hui sur le terrain économique, les luttes internationales n'en sont pas moins âpres. Il faut à un pays des bras pour produire, des cerveaux pour imaginer et ordonner : diminuer la natalité c'est affaiblir les sources de production, en diminuant le nombre des producteurs et en faisant disparaître entre les nationaux une indispensable émulation. En même temps qu'il fait tort à l'État, l'individu qui restreint la natalité dans sa famille se fait tort à lui-même; placé dans un pays moins riche, il tire de l'emploi de ses facultés une rémunération moins avantageuse; il se prive de l'appui que se donnent, en raison d'affinités puisées dans leur parité d'origine, dans leur similitude d'éducation, les hommes de même race.

On a pu craindre que la population de la France, augmentant sans cesse, ne trouvât plus bientôt sur le sol natal ses moyens de subsistance. Cette crainte est justifiée, mais en partie seulement. En même temps que la population d'un pays se développe, les sources de la richesse se multiplient. A côté de l'agriculture apparaissent, puis se développent l'industrie, les arts, le commerce. Dans une étude fortement charpentée et extrêmement intéressante, M. Coste a récemment montré le développement des villes multipliant les sources de la fortune publique et privée. La France, d'ailleurs, n'est plus aujourd'hui réduite à son seul territoire. Elle possède des colonies vastes et salubres, qu'elle peut, qu'elle doit peupler.

En dehors de toute considération théorique, c'est un bien mauvais calcul de la part du français de restreindre la natalité dans l'espoir d'enrichir l'individu par la diminution du nombre des copartageants. La France n'est pas une île escarpée et inaccessible, isolée en Europe, c'est un pays largement en contact avec ses voisins : par une loi d'équilibre bien connue, quand entre deux pays voisins la population de l'un devient plus dense, l'excès de population reflue sur le pays dont la population est moins considérable. Moins bruyamment

qu'aux périodes historiques, mais d'une manière bien plus redoutable et plus efficace, la France est aujourd'hui envahie par des éléments étrangers dont l'assimilation escomptée par certains économistes est purement fictive. Aux étrangers qui, en France et aux colonies, vivent de la France, notre intérêt est de substituer des nationaux qui, faisant à chacun de nous la même concurrence que les étrangers, la feront du moins au profit de la Nation.

Redoutable dans la collectivité, la dépopulation n'est pas moins désavantageuse au point de vue familial. Auguste Comte a démontré que l'accroissement de la famille était pour cette dernière une source de force et de puissance, en exaltant l'activité du chef de famille et en créant pour les enfants une source d'émulation. On peut ajouter que les membres d'une même famille s'étayent les uns les autres. même involontairement et d'une manière inconsciente. Maurras. dont je suis loin de partager toutes les idées, a écrit dans un livre qui veut être un pamphlet : « Que peut faire un français quand il sollicite une place en même temps qu'un Monod; le français est seul. les Monod sont 240. Tout le monde connaît les Monod. » J'ajouterai c'est justice. Le français restreint la natalité dans l'espérance d'élever le niveau social de la famille. : cette idée est essentiellement erronée; l'expérience nous démontre chaque jour que les familles à faible natalité tombent progressivement, le travail diminuant en même temps que les membres deviennent moins nombreux. On croit les familles riches plus puissantes que les familles pauvres. C'est une faute de jugement : l'intelligence comme autrefois domine et mène la matière. Une famille n'est puissante que par son intelligence. Intelligente, la famille s'enrichit par surcroît et l'on prend l'effet pour la cause. La richesse n'est une puissance que si elle est la conséquence de l'effort dirigé par la réflexion.

J'ai essayé de démontrer que, tant au point de vue social qu'au point de vue individuel, c'est une faute de restreindre la natalité. Je n'espère point convaincre immédiatement les français, mais je pense avoir établi les avantages de l'accroissement de la population suffisamment pour donner au législateur le droit d'intervenir. Ce droit doit être exercé avec prudence et ne pas devenir attentatoire à la liberté individuelle. Pour moi, je l'ai dit l'année dernière, mais je le répète, car ce que j'ai vu et appris n'a fait que me confirmer dans mon opinion; il n'y a qu'un moyen d'enrayer la dépopulation : combattre énergiquement la prostitution, protéger la jeune fille.

J'ai dit que les lois destinées à favoriser le repeuplement ne devraient jamais être attentatoires à la liberté et je conseille de

combattre la prostitution. Ce n'est point contradictoire. Il ne me viendrait pas à l'esprit de défendre la prostitution. Une femme est libre de se choisir la vie qu'elle préfère; mais nous avons le droit et le devoir de soumettre l'exercice de cette profession à des règles restrictives, car la prostitution est un danger permanent, par les maladies qu'elle propage, l'argent qu'elle détourne, le célibat improductif qu'elle encourage. Or, tandis que toutes les professions sont accablées d'impôts, soumises à des lois de police, la prostitution seule échappe à toute contrainte et s'étale impudemment. On ne permet pas à un marchand de solliciter le passant à tout moment en pleine rue; la prostituée ne fait pas autre chose. Il est intolérable de voir en France les plus hautes situations occupées, au moins pécuniairement, par les femmes les moins recommandables. En un mot, que toute femme ait le droit si elle le désire de se livrer à la prostitution, mais que tout racolage, toute manifestation extérieure sur la voie publique soit sévèrement interdit; en diminuant dans des proportions considérables le bénéfice de la profession, ces moyens en entraveront rapidement le recrutement.

On a écrit que la prostituée avait un rôle social, corrélatif du célibat de l'homme. Je n'ai jamais compris ce rapport. Le célibat est nécessaire, je le reconnais et je n'admettrais pas un impôt sur les célibataires. Il est des œuvres nécessitant un effort considérable, un déploiement de force, une concentration d'intelligence tels que les individus qui s'y adonnent doivent s'y consacrer exclusivement, renonçant au mariage et à l'éducation des enfants. L'individu a le droit d'éviter les charges de la famille, à la condition de donner en échange un travail utile à la communauté. Le célibat est utile, mais à la condition d'être effectif. C'est ce qu'avait admirablement compris le christianisme en créant les ordres monastiques et en leur imposant la chasteté. L'État peut agir de même.

Il n'y a donc aucune raison de laisser subsister la prostitution. On en empêchera en grande partie le recrutement en protégeant la jeune fille. La jeune fille n'a pas le goût de la débauche; elle s'y livre parce qu'elle n'a pu se marier ou a été séduite. En empêchant l'étalage de la prostitution, on diminuera la tendance de l'homme à la vie licencieuse; les jeunes filles trouveront parmi ceux qui auront ainsi échappé à la contagion des occasions plus nombreuses de se marier. D'autre part, si les séductions demeurent plus fréquentes, elles seront sans grand inconvénient parce qu'elles aboutiront à la constitution d'une famille et qu'elles ne jetteront pas pour toujours hors de la vie régulière des jeunes filles dont la responsabilité est

toujours limitée. En somme, pour combattre la dépopulation, il existe une série de moyens connexes, mais tous, aboutissent au même but, la création de nouveaux foyers familiaux.

---

## M. G. LAFARGUE

Ancien Préfet, à Paris

### L'ORGANISATION DE LA LUTTE CONTRE LA TUBERCULOSE [614.542]

— *Séance du 10 août* —

Devant le péril grandissant de la tuberculose, aujourd'hui mieux connue et considérée, à juste titre, comme le plus terrible des fléaux, nous voyons s'émouvoir enfin non seulement les professionnels du corps médical tout entier, mais les pouvoirs publics eux-mêmes, les esprits éclairés et jusqu'aux couches profondes de la population dans les pays civilisés.

Dès lors, toute contribution à l'œuvre commune de défense nationale et de défense humaine doit être la bienvenue.

C'est ce qui m'enhardit à présenter ici quelques indications et quelques vues sur l'importance du rôle des sanatoriums maritimes pour la guérison et, plus encore, pour la prophylaxie de la tuberculose, ainsi que sur le plan général d'organisation de la lutte contre la tuberculose qu'à mon sens il conviendrait d'adopter.

Plus de 40 ans d'expériences, poursuivies scientifiquement à Berck d'abord, puis à Banyuls, ainsi que dans les autres stations maritimes des mers et des latitudes les plus diverses, ont établi, et l'Académie de Médecine de Paris proclamait unanimement, le 28 juin 1898, que « *le rachitisme, la scrofule, la plupart des manifestations de la tuberculose, surtout pendant l'enfance et l'adolescence, guérissent au bord de la mer.*

« Il ne s'agit plus là, ajoutait solennellement cette docte assemblée, d'un sujet en litige, mais d'une sorte de *dogme au-dessus des contestations.* »

Comme l'a dit, en d'autres termes, un illustre savant, le professeur Jaccoud, secrétaire perpétuel de l'Académie de médecine, qui, sur ce

point, n'est pas moins explicite que son éminent prédécesseur, M. J. Bergeron et que l'Académie elle-même, le plus sûr moyen de mettre à l'abri de la tuberculose les sujets entachés de scrofule, c'est de les guérir de la maladie scrofuleuse ; et c'est surtout, d'après lui, l'hydrothérapie et l'aérothérapie maritimes qui doivent faire les frais de cette médecine préventive.

Partout les proportions de guérisons obtenues dans les sanatoriums maritimes, quand la durée du séjour est suffisante, sont considérables et provoquent l'étonnement.

Mais elles ne sont pas partout les mêmes. Telle affection, qui non seulement ne guérirait pas mais s'exaspérerait sur des plages à dunes et à sables mouvants, à cause des poussières de sables en suspension dans l'atmosphère, guérira au contraire rapidement sur des plages à galets ou à sables bien immergés. Telle autre, qui risquerait de s'aggraver sur les plages du Nord au climat rigoureux, guérira aussi ou s'améliorera notablement sur des plages méridionales et d'un climat plus doux.

En revanche, certaines constitutions torpides et molles se trouveront peut-être mieux de l'air vif, de la mer du Nord, de la Manche ou de l'Océan, que des climats chauds du Midi. Il importe donc que des établissements d'Assistance maritime soient partout créés, au Nord comme au Midi, et qu'ils le soient en très grand nombre, pour agir efficacement sur la masse des tuberculeux et des prétuberculeux que le traitement marin peut encore, en les transformant, sauver de la phtisie pulmonaire et de la mort.

Pénétré de cette pensée, j'ai, de 1886 à 1888, étant Préfet des Pyrénées Orientales, fondé à *Banyuls*, sur la Méditerranée, pour le compte du département dont l'administration m'était confiée, un vaste sanatorium maritime de 200 lits, que dirige, depuis 15 ans, l'*Œuvre des Hôpitaux marins*, à qui je l'ai cédé, en juin 1888, au nom de ce département.

Les plus merveilleux résultats, attestés à la fois par la statistique et par la photographie, y ont été obtenus, durant cette période de 15 années.

Non seulement, sous l'influence du traitement marin, plus d'un millier d'enfants de 2 à 15 ans, atteints de rachitisme, de tuberculoses locales, même les plus graves, d'engorgements ganglionnaires, etc., des anémiés, des lymphatiques, des prétuberculeux de toutes sortes, y ont guéri ou s'y sont très notablement améliorés, dans des proportions *variant de 78 à 100 o/o*; mais beaucoup d'autres maladies très répandues, — certaines affections des voies respiratoires, les

scrofulides de la peau, celles des muqueuses du nez, des yeux, des oreilles, etc., — qui se seraient mal trouvées des plages du Nord et qu'on a même renoncé à soigner, à cause des poussières de sables, dans plusieurs stations maritimes très importantes, — ont été traitées à Banyuls avec un plein succès, guérissant ou s'améliorant dans des proportions très voisines de 100 0/0.

## LE PLAN BERGERON

En présence de résultats pareils et de ceux, plus parfaits encore, qu'on pourrait obtenir, si certaines conditions, que j'indique ailleurs, étaient mieux observées, comment ne pas regretter que ce qui a pu être réalisé par un simple Préfet, de sa seule initiative et à ses risques et périls, pour la guérison et la prophylaxie sociale de la tuberculose, n'ait pas été fait depuis longtemps, par mesure administrative générale, dans les autres départements?

C'était le plan grandiose, conçu et proposé, il y a près de 40 ans, par l'éminent Dr Jules Bergeron. Dans son mémorable rapport du 15 juillet 1866 — qu'on ne saurait trop rappeler, car il a non seulement servi de base à la construction du grand établissement de Berck, mais encore inspiré tout ce qui s'est fait en France et à l'étranger depuis cette époque — M. le Dr Bergeron, élevant son sujet à la hauteur d'une grande question nationale et sociale, avait magistralement exposé tout un programme et développé tout un plan de campagne contre la scrofulo-tuberculose, le terrible ennemi destructeur de notre armée et de notre jeunesse.

Ce plan consistait à utiliser, pour la guérison et la *suppression de la diathèse scrofuleuse* et, par voie de conséquence, pour la prophylaxie de la tuberculose proprement dite, l'immense étendue de nos côtes maritimes, ainsi que les sources d'eaux minérales sulfureuses et chlorurées sodiques disséminées dans l'intérieur des terres.

Après avoir, d'après les statistiques du Ministère de la Guerre, exposé l'inégale répartition géographique de la diathèse strumeuse en France et les épouvantables ravages qu'elle exerce, à des degrés divers, sur tout le territoire, le Dr Bergeron montrait que, pour le relèvement de la race, dans le double intérêt de la défense et de la prospérité nationales, cette alarmante situation appelait un prompt remède. « On ne saurait, disait-il, faire trop d'efforts aujourd'hui pour neutraliser, au moins en partie, les fâcheuses conséquences de cet état de choses; et c'est ici que la médecine pourra prêter à l'économie sociale son utile concours, en lui indiquant les moyens non

seulement de remédier au mal présent, mais encore de préparer pour l'avenir les bases d'une sérieuse prophylaxie. Je me borne à indiquer ici le problème que, tôt ou tard, l'hygiène publique sera mise en demeure de résoudre. »

« Les médecins, ajoutait-il, peuvent différer d'avis sur la nature de la maladie scrofuleuse, sur sa pathogénie, sur la valeur relative des divers agents de la matière médicale usitée pour la combattre, mais ils sont unanimes à reconnaître l'heureuse et puissante action qu'exercent sur elle les *eaux salines chloro-bromurées-sodiques*, parmi lesquelles l'eau de mer occupe l'un des premiers rangs (1). »

Partant de cette donnée déjà incontestable, mais singulièrement accrue et fortifiée, depuis cette époque, en ce qui concerne les effets du traitement marin, tenant compte aussi de ce qu'il pourrait être difficile ou trop coûteux aux départements très éloignés de la mer d'y envoyer leurs malades, il dressait l'inventaire des ressources minérales de chaque région pouvant convenir à ceux-ci et adjurait tous les départements d'imiter l'exemple donné par celui de la Seine, en utilisant, soit les longues étendues de nos côtes maritimes, soit, à défaut, les stations salines ou sulfureuses de l'intérieur des terres existantes ou à créer.

« Il ne s'agit plus seulement de la disparition des manifestations actuelles de la scrofule, s'écriait-il, en appuyant son autorité de celle de son collègue le D[r] Marjolin, chirurgien à l'hôpital Sainte-Eugénie, mais de la *suppression de la diathèse scrofuleuse elle-même*.

« Il ne s'agit de rien moins que d'étouffer, à l'état de germe, ou au moins d'arrêter dans son développement un mal qui laisse trop souvent infirmes, défigurés ou difformes les sujets qu'il n'a pas fait mourir ; un mal qui, se transmettant par l'hérédité, affaiblit graduellement les générations qui se succèdent dans une même famille et finit même par éteindre les lignées qui ne se sont pas régénérées par des croisements heureux.

« Que, par d'autres voies, l'économie sociale se propose d'atteindre

(1) Après les expériences décisives du sanatorium de Banyuls, le D[r] Bergeron n'eût pas hésité à écrire *le premier rang*. Il eût aussi attribué à l'action de l'air marin une importance plus grande encore que celle qu'il lui reconnaît déjà dans son rapport de 1866. *L'aérothérapie marine* contribue en effet plus puissamment encore que l'*hydrothérapie marine* à la supériorité du traitement marin. — Cette supériorité, M. le D[r] Bergeron l'a d'ailleurs formellement proclamée lui-même, en bien des circonstances, depuis 1866, et encore tout récemment (1900), dans sa *Note sur les Sanatoriums marins*, à la Commission de la Tuberculose : « On peut affirmer, dit-il, que le traitement marin, dont les éléments variés se combinent et se complètent, est de tous celui qui, non seulement a le plus rapidement et le plus sûrement raison des manifestations anatomo-physiologiques de la scrofule, mais encore relève et transforme assez profondément l'organisme pour le mettre à l'abri des récidives. » *La propagation de la tuberculose*, Paris, Masson, 1900.

le même but, je ne le conteste pas, et j'admettrai même, si on veut, que, livrée à ses ressources, elle pourrait bien, par la suite des siècles, arriver au succès; mais je ne crains pas de trop m'avancer en affirmant que la médecine indique une voie et plus courte et plus sûre. Aussi bien, je ne veux pas opposer l'une à l'autre, car, pour une pareille œuvre, ce n'est pas trop de leur mutuel concours. Que l'économie sociale, cet indispensable collaborateur de l'hygiène générale, prenne donc sa part de la tâche, la médecine saura bien accomplir celle qui lui incombe, quelque large qu'elle soit...

« Je ne sache pas qu'il y ait de plus beau sujet d'étude pour les médecins hygiénistes que ces questions de prophylaxie sociale, et j'ajoute que, parmi celles qui méritent d'appeler leur attention, il n'en est peut-être pas une dont l'importance soit comparable à celle de la *prophylaxie des scrofules.* »

Après avoir exposé en détail les remarquables résultats déjà obtenus au petit hôpital en bois de Berck, de 1861 à 1865, M. le Dr Bergeron ajoutait : « Mais, si des individus déjà en puissance de scrofule peuvent être à ce point modifiés, que ne devrait-on pas attendre de la médication saline, si on pouvait soumettre à son action vivifiante les enfants chez lesquels des antécédents héréditaires suspects, certains états morbides aigus ou subaigus et l'ensemble de l'habitude extérieure autorisent à soupçonner l'existence de la diathèse strumeuse et l'imminence de quelqu'une de ses manifestations !... »

Et il montrait ce qu'on pouvait espérer de la généralisation du traitement marin, à la fois curatif et préventif, sur toutes nos côtes de France.

« Lorsqu'on aura construit Berck, disait-il, et qu'autour de cet hôpital modèle seront venus se grouper des établissements privés fondés sur les mêmes principes, pourra-t-on dire qu'on a fait beaucoup pour la régénération de l'espèce? — Non, sans doute, si l'hôpital de Berck reste seul; *mais oui, assurément, s'il devient le point de départ d'un vaste système embrassant toute l'étendue du territoire.*

« Évidemment, si on veut arriver à de grands résultats, *il faut qu'on provoque dans tous les départements l'organisation de mesures analogues à celles dont l'administration de l'Assistance publique aura pris l'initiative pour le département de la Seine...*

« Cet établissement, concluait-il, parlant du grand hôpital projeté, doit donc présenter ce double et immense avantage, d'abord de répondre à une nécessité pressante, celle de hâter la mise en traite-

ment des scrofuleux de Paris, puis *d'ouvrir la voie à des entreprises de même ordre, dont la généralisation sur divers points du territoire constituerait certainement l'une des œuvres les plus utiles, les plus fécondes de notre temps.*

« Quel sort l'avenir réservera-t-il à cette œuvre de progrès? Je l'ignore, mais je ne puis me résigner à croire qu'elle soit destinée à rester indéfiniment à l'état de projet. »

Dans ce remarquable exposé, il semble que son auteur ait tout prévu : le prodigieux développement de Berck, où il n'y avait, à côté de quelques pauvres cabanes de pêcheurs, que le petit hôpital en bois et qui est aujourd'hui le plus grand centre d'assistance maritime du monde entier (1), et cette mise en valeur de toutes les ressources thérapeutiques de la terre et des mers, qui est devenue de nos jours une absolue nécessité, dans la lutte héroïque et désespérée qu'il nous faut engager contre ce menaçant fléau de la scrofulo-tuberculose.

Bien que, sur certains points, les doctrines médicales qui avaient cours en 1866 aient été profondément modifiées, depuis lors, ni le plan tracé par M. Bergeron, ni les considérations sur lesquelles il l'appuyait ne s'en trouvent ébranlés. Tout au contraire. Ils ont reçu des progrès de la science, avec une éclatante confirmation, un surcroît considérable de force et d'autorité. Les indications, quant au traitement marin, sont restées les mêmes. Elles se sont même étendues à un plus grand nombre de cas, en ce qui concerne *la cure* de la tuberculose, et à tous ou presque tous les cas, pour sa *prophylaxie.* Comme l'a fait observer M. le Dr Van Merris, la découverte des *bacilles de la tuberculose* n'a fait que consolider la doctrine de la spécificité de l'air marin contre la scrofulo-tuberculose, en faisant voir que cet air arrête la pullulation des bacilles, les raréfie dans les tissus et les organes envahis et finit par les y anéantir (2).

On tend même de plus en plus, sous l'influence des théories et des observations nouvelles, à se demander si la *cure marine*, avec climat approprié, n'est pas en définitive, dans la généralité des cas,

(1) Successivement, on a vu s'édifier à Berck, indépendamment du grand hôpital de 600 lits, les deux maisons Cornu de 300 lits, l'une pour les garçons, l'autre pour les filles, et les maisons Bouville-Baillet et Malingre-Rivet, qui, toutes les quatre, reçoivent des enfants assistés, sous la direction de l'Assistance publique de la Seine : puis l'hôpital Rothschild de 55 lits — 100 aujourd'hui — pour les enfants israëlites, et, à côté de ces établissements, des multitudes de maisons de santé particulières, de villas et de chalets, qui attestent la vogue grandissante de cette ville d'eau.

(2) Dr Van Merris. *Action thérapeutique du séjour à la mer dans la tuberculose.* Paris, Masson, 1890.

le genre de médication qui convient le mieux, tout au moins au premier et au second degré de la tuberculose pulmonaire.

Ce que préconisait, avec tant de force, M. Bergeron, en 1866, était donc bien ce qu'il était urgent de faire, et c'était bien par là qu'il fallait commencer, en complétant cette vaste organisation d'assistance et de prophylaxie par toutes les améliorations d'hygiène publique et d'économie sociale susceptibles d'arrêter le développement des causes génératrices de la tuberculose.

On ne le comprit point. Ceux qui alors détenaient le pouvoir objectèrent l'impossibilité ou la difficulté financière.

J'ai démontré, par un exemple concluant qu'ils étaient dans l'erreur la plus complète et qu'en réalité c'eût été une grande économie — économie de vies humaines, économie d'argent aussi — non seulement pour les familles et le pays, mais pour l'État, les villes et les départements eux-mêmes, à qui auraient principalement incombé les frais d'installation et d'entretien de ces établissements sauveurs.

Je l'ai démontré en créant de toutes pièces, sans aucune subvention de l'État, dans le département que j'administrais, de 1886 à 1888, le *Sanatorium maritime de Banyuls*, construit pour recevoir 200 malades, où sont soignés et guéris, depuis 15 ans, les petits scrofuleux-tuberculeux et prétuberculeux des Pyrénées-Orientales, ainsi que d'un grand nombre d'autres départements voisins ou éloignés.

Non seulement cette fondation n'a pas, comme on le prétendait, ruiné les finances des Pyrénées-Orientales, pourtant très compromises alors par le phylloxéra, non seulement elle n'a, en définitive, rien coûté au budget départemental, mais *elle est devenue pour celui-ci une source de bénéfices annuels indéfinis d'une trentaine de mille francs au moins.*

Pourquoi ce que j'ai pu mener à bien, dans des circonstances cependant défavorables, à beaucoup d'égards, avec le concours de quelques généreux philanthropes, d'un Conseil d'hygiène et d'un Conseil général intelligents et éclairés, aurait-il été inexécutable dans les autres départements?... Les hommes avisés, bien intentionnés et dévoués ne manquent nulle part.

Eût-il dû en coûter quelque chose aux budgets des départements, des villes et de l'État lui-même, il n'y avait pas à hésiter. C'était le devoir et l'intérêt bien compris, dans tous les cas.

*Avec un minimum de dépenses, on aurait obtenu un maximum d'efficacité.*

D'une part, en effet, la journée d'entretien, dans les sanatoriums

ou hôpitaux maritimes, ne dépasse pas en général 2 francs (dans ceux de *l'Œuvre des Hôpitaux marins* elle n'est même, pour les enfants secourus, que de 1 fr. 70), au lieu de 4 à 6 francs, si ce n'est plus, dans les autres établissements de tuberculeux.

D'autre part, l'exemple du petit hôpital en bois de Berck, où, pendant 40 ans, ont été obtenus les meilleurs résultats, et celui du sanatorium en pierre de Banyuls, où les résultats sont encore plus satisfaisants, montrent bien qu'à la mer le lit d'assisté peut, dans d'excellentes conditions, être obtenu *au prix de mille à quinze cents francs*, au lieu des *trois à six* ou même *dix mille francs* qu'il coûte dans les hôpitaux urbains et dans les sanatoriums de campagne ou d'altitude organisés jusqu'à ce jour.

Et, quant aux résultats utiles, ils ne sauraient être comparés, puisque, dans le premier cas, c'est la guérison presque assurée, ou. ce qui vaut mieux encore, la prophylaxie certaine, tandis que, dans le second, c'est à peine s'il y a l'espoir d'une amélioration ou d'une guérison problématiques.

## ESQUISSE D'UN PLAN GÉNÉRAL D'ORGANISATION DE LA LUTTE CONTRE LA TUBERCULOLE

Que n'a-t-on, dès 1866, appliqué, dans la France entière, le plan si bien conçu du Dr Bergeron!...

Nous n'en serions pas où nous en sommes aujourd'hui. Les épouvantables ravages du fléau meurtrier de la tuberculose, qui sévit en France plus qu'ailleurs, auraient été considérablement atténués et notre pays se trouverait, à cet égard, contrairement à ce qui est, dans une situation plus favorable que tous les autres.

La sage et prévoyante initiative de notre illustre compatriote, — à laquelle il n'a peut-être pas été assez rendu hommage, — si elle avait été suffisamment comprise et entendue des pouvoirs publics, nous aurait valu, en 40 ans, une avance énorme sur les autres pays, qui ne sont pas en général favorisés d'une pareille proportion de côtes maritimes.

Sans doute, ce puissant moyen de guérison et de prophylaxie sociale, le traitement marin, n'eût pas suffi, à lui tout seul, à faire disparaître cette *lèpre moderne* de la tuberculose ; et d'autres éléments de succès sont à considérer dans la lutte qui s'organise.

Les conditions de procréation, par exemple, sont bien souvent défectueuses, dans notre pauvre espèce humaine qui, si elle a poussé

très loin l'art de la reproduction des végétaux et des animaux, qu'elle exploite à son profit, a vraiment par trop négligé jusqu'ici l'intérêt, autrement grave, et qui se double du plus impérieux devoir, des soins à donner à sa propre reproduction. C'est, en effet, des conditions dans lesquelles s'opère celle-ci que dépend le plus incontestablement la santé des enfants et des futurs hommes.

L'insalubrité des logements, des écoles, des usines, des ateliers, des établissements de toutes sortes, où s'entassent un si grand nombre de ces humains, respirant jour et nuit des poussières ou un air vicié et pathogène, vient ajouter bientôt une nouvelle cause morbide, non moins funeste, aux *tares héréditaires*.

Enfin, les *tares acquises*, résultant des maladies contagieuses ou autres, mais principalement de l'inoculation et de l'action destructive de certains virus infectieux, ne tardent pas, avec l'alcoolisme, les surmenages de toutes sortes et la tuberculose, qui se greffe finalement sur ces états morbides, à déterminer chez ces malheureux, et par contagionnement, sur beaucoup de ceux qui les approchent, la dégénérescence et la mort.

C'est donc contre toutes ces causes génératrices de tuberculose qu'il faut agir en même temps, pour résoudre ce grand problème d'hygiène publique et sociale : le refoulement et la disparition progressive, sinon rapide, de cet épouvantable fléau des temps modernes.

Aussi, *l'enseignement de l'hygiène* étendu, comme le voudrait M. le Pr Pinard, jusqu'à la science de la *puériculture*, la plus nécessaire de toutes, et celle que l'on connaît le moins ou dont on méconnaît le plus les lois ;

La *désinfection* et *l'assainissement des logements et locaux insalubres de toutes sortes*, des écoles, des internats, des casernes, des théâtres, des usines, des ateliers, de tous les lieux publics ou collectifs, des moyens de transport en commun, etc., réclamés et poursuivis, avec tant d'esprit pratique et de persévérance, par M. le Dr A.-J. Martin, ainsi que par les dévoués promoteurs des *Sociétés d'habitations ouvrières à bon marché* ;

La multiplication sur tout le territoire de *colonies de vacances*, si utiles pour réparer les forces épuisées des pauvres écoliers et ouvriers surmenés des deux sexes et pour les préserver des diverses formes de la tuberculose, toujours prête à les assaillir, en les soustrayant, pendant quelques semaines ou quelques mois, à l'air malsain des villes et leur faisant respirer l'air vivifiant de la campagne, des montagnes ou de la mer ;

Les *Sociétés de tempérance* et les efforts de toute nature tentés contre cet autre redoutable générateur de la tuberculose, *l'alcoolisme*, qui fait, chez nous comme partout, des progrès bien alarmants pour l'avenir de notre espèce ;

*L'établissement*, dans les villes, de *dispensaires antituberculeux* conformes ou analogues au type créé à Lille, avec tant d'ingéniosité et de succès, par M. le Dr Calmette, en vue de rechercher les tuberculeux et les prétuberculeux, de leur donner des soins et de les diriger sur les sanatoriums ou hôpitaux qui conviennent à leur état;

*L'amélioration ou la transformation des hôpitaux des villes, l'isolement des phtisiques ou tuberculeux contagieux* et le tranfert à la campagne des tuberculeux curables;

Enfin, la création à cet effet, comme le demandent MM. les Drs Brouardel, Landouzy, Letulle, Sersiron et bien d'autres, du plus grand nombre possible *d'asiles* ou de *Sanatoriums spéciaux*, où ils seront recueillis et soignés par les moyens reconnus les plus efficaces ;

Sont autant d'éléments appelés à concourir puissamment au salut final de l'espèce humaine.

J'ai cru devoir m'occuper ici, surtout, du Sanatorium maritime ou traitement marin, parce qu'il me paraît avoir une importance vraiment prédominante, dans la lutte engagée, présentant ce quadruple ou quintuple avantage d'être à la fois :

1° *Curatif*, dans tous les cas ou dans presque tous, des états morbides aussi variés que nombreux, qu'on peut appeler d'un mot la *Prétuberculose*;

2° *Curatif*, en bien des cas, de la tuberculose elle-même, surtout dans ses manifestations locales non pulmonaires;

3° *Prophylactique*, à *la plus haute puissance*, de la phtisie ou tuberculose proprement dite, puisqu'il en préserve les *prétuberculeux*, qu'il guérit dans la proportion de **98 à 100 0/0** — c'est-à-dire ceux dont les ascendants étaient eux-mêmes atteints de tuberculose ou d'alcoolisme, ou de quelque autre tare prédisposante, ou qui, pour un motif quelconque, appartiennent à l'immense catégorie de ceux que le professeur Landouzy a si bien dénommés des *candidats à la tuberculose*;

4° D'une efficacité, sur tout ces points, non pas problématique, mais certaine, non pas exceptionnelle, mais générale, comme il appert des résultats incontestables constatés, depuis 15 ans, au Sanatorium de Banyuls-sur-Mer, par la photographie et par la statistique;

5° Enfin, *tout à fait pratique* et à la portée de tous, — État, départements, grandes et petites villes, communes, hôpitaux et hospices. bureaux de bienfaisance, patronages, sociétés charitables, sociétés de secours mutuels, simples particuliers, — parce que *très économique* les frais n'atteignant guère que le tiers de ceux des Sanatoriums et Hôpitaux de tuberculeux proprement dits.

Mais tout exclusivisme serait fatal, et il convient, à mon avis, de développer harmoniquement ces divers moyens de résistance à l'action meurtrière du plus terrible ennemi de l'humanité.

---

## M. Louis DE FARCY

à Angers

### LA CROIX D'ANJOU [220.93 (44.18)]

— *Séance du 5 août* —

Si dans un parterre chaque fleur a son parfum, si dans un orchestre chaque instrument a son timbre, on peut dire qu'il en était en quelque sorte de même de nos anciennes provinces. Chacune d'elles se distinguait par certaines particularités.

L'Anjou s'enorgueillissait à bon droit de l'affabilité de ses habitants, de la douceur du climat, de la fertilité du sol, de la beauté des sites, d'un type spécial d'architecture, auquel on a donné depuis un demi-siècle le nom de *style Plantagenet*, de la science de l'Université d'Angers, de l'éclat unique de la Procession du Sacre (à laquelle plusieurs rois de France eurent la curiosité d'assister) et de bien d'autres choses encore. A la gerbe de ces souvenirs qu'il me soit permis d'ajouter un épi, glané dans le champ de l'Archéologie. Je viens devant vous revendiquer pour notre ancienne province le nom de *Croix d'Anjou* pour la *croix à double traverse*, appelée vulgairement *Croix de Lorraine*.

Ce n'est pas sans quelque scrupule que je vais contredire un savant aussi compétent et aussi aimable que M. Léon Germain, de Nancy : il m'en excusera avec sa courtoisie bien connue. Comme point de départ à cette notice, voici la conclusion de son article sur *l'Origine de la Croix de Lorraine*, donné en 1885 dans la *Revue de*

*l'Art Chrétien* et repris avec quelques modifications en 1895 dans *l'Annuaire* de sa province :

« *La Croix de Lorraine* n'est autre, écrit-il, que la *Croix de Hon-* « *grie*, altérée par des modifications successives. Apportée à la Lor- « raine par le roi René, qui l'avait adoptée comme héritier des « prétentions de la première maison d'Anjou, elle devint, depuis le « règne glorieux de René II (1473-1508), l'emblème spécial de la mai- « son souveraine et de la nation (1). »

La comparaison des croix à double traverse, frappées sur les monnaies d'Anjou et de René II de Lorraine, de celle du bas-relief de Longwy (pages 21, 26 et 27 de l'article de M. Germain) avec la *Croix de Hongrie*, dont les extrémités sont *pattées* et le pied est *fiché*, c'est-à-dire terminé par une pointe aiguë (2), me conduit à rechercher une autre solution, car la forme des branches en est absolument différente.

Si, au contraire, des croix dont je viens de parler je rapproche celle de la clef de voûte principale de la chapelle du château d'Angers, terminée en 1411 (3), les étendards tissés vers 1377 sur la tapisserie de l'Apocalypse, commandée à Nicolas Bataille par Louis Ier (4), enfin la relique de la Vraie-Croix, transférée en 1359 de l'abbaye de la Boissière dans la chapelle ducale (5), je suis frappé de l'analogie. Dans les unes et les autres, les extrémités sont *rectangulaires*. A part la longueur de la hampe, les *proportions* de la croix sculptée de Longwy sont les mêmes que celles de la Vraie-Croix, composée en entier de trois grandes pièces du bois sacré.

Quant à *la couleur* de la double croix, elle a été tissée *en noir* sur les tentures de l'Apocalypse : en *noir*, elle fut brodée sur les lambrequins des chevaliers, combattant en 1465 aux côtés de Jean, duc de Calabre (6); je la trouve *tracée à l'encre* d'une main défaillante par Louis Ier, avant sa signature, à la fin de son testament de 1383, peinte *en noir* au cou des aigles servant de support aux armes du roi René, enfin en *noir* toujours sur les marges de son livre d'heures

(1) *Origine de la Croix de Lorraine*, par Léon Germain, Nancy, 1895, p. 28.

(2) *Ibidem*. Sceau d'Agnès, épouse d'André III, roi de Hongrie, 1326.

(3) *Revue de l'Art chrétien*, juillet 1902.

(4) *Monographie de la Cathédrale d'Angers*, par L. de Farcy. Volume du Mobilier, p. 116, photographies nos 47 et 61.

(5) *Revue de l'Art chrétien*, 2e livraison, 1903.

(6) *Origine de la Croix de Lorraine*, par Léon Germain, p. 10. *Commentarius lathariensis* de Chifflet, imprimé en 1649 : « ... Observavit enim Joannes de Haynin, Eques Hannonius, in pugna montis Hericii, cui presens aderat anno M.CD.LXV. Ducis calabriæ cataphractos equites gestasse bandas seu *tænias albas*, NIGRIS CRVCIBVS GEMINATIS, acu pictas ».

à droite et à gauche de son écusson, dans la chapelle « *de Monsieur sainct Morice* », à la cathédrale d'Angers, ou encore sur l'armoire aux reliques de la chapelle de saint Bernardin, aux Cordeliers... Tapissier, brodeur, peintres, tous ces artistes ont eu évidemment, en agissant ainsi, l'intention d'imiter le bois de la Vraie-Croix, d'une teinte si foncée, qu'il semble presque *noir*.

Ainsi, *forme des extrémités, proportions* et *couleur* correspondent exactement à la *Croix de la Boissière*, objet de la vénération des ducs Louis Ier, Louis II et de René lui-même, dans le sanctuaire du château d'Angers, d'où elle sortit en 1456 pour retourner définitivement dans la sainte chapelle de l'abbaye, construite en son honneur (1).

Louis Ier prodigua les témoignages de sa vénération pour cette précieuse relique. Il fonde un *Ordre de la Croix* et s'en proclame chef; il fait tisser, en 1377, vis-à-vis des armes d'Anjou, les couleurs de son *Ordre* (de sinople, à la croix double de sable, entourée d'un filet d'or) sur l'Apocalypse; il fait peindre par *Jean Belin*, en 1378, douze écussons à ses armes et à celle de la duchesse pour les attacher à des cierges qui doivent brûler devant la Vraie-Croix (2); il fait représenter la *Croix Double*, *semblable en façon et couleur à la Vraie-Croix, dont il a encommencé et prins l'Ordre*, sur son grand tabernacle d'or, sur son *faudesteuil* de vermeil ou trône, sur un bacinet d'acier (3); enfin il demande dans son testament du 26 septembre 1383, pour assurer à ses successeurs la possession de cet inestimable trésor, que l'abbaye de la Boissière soit transportée dans sa capitale, « *dans l'hôtel du sire de Craon » et qu'elle prenne désormais le nom d'abbaye de Sainte-Croix d'Angers.*

Son fils, Louis II, ne fut pas moins dévot à la Vraie-Croix de la Boissière : comme son père, il la fit placer en 1399 sur l'autel de la chapelle du château d'Angers et, le 18 juin 1407, il se proclama *chief-frère de la frairie* en l'honneur *et révérence de la sainte Vraie-Croix* (4) : celle-ci était une association pieuse, distincte de l'*Ordre de la Croix*.

Au moment de la reconstruction de la chapelle du Château par Yolande d'Aragon, la clef de voûte située au-dessus de l'autel est

(1) Cet édifice remarquable existe encore; j'en ai donné le plan, l'élévation et la coupe dans la *Revue de l'Art chrétien*, juillet 1902. La voûte, à nervures entrecroisées d'une travée à l'autre, est particulièrement intéressante.

(2) *Nouvelles Archives de l'Art français*, 1878, p. 166. Documents recueillis et annotés par M. Guiffrey.

(3) *Bibliothèque de l'École des Chartes*, 1901, p. 208, 219 et 221.

(4) *Notice historique de la Vraie-Croix de Baugé*, par l'abbé Barrau, p. 69.

ornée de la *croix à double traverse*, qui brillait depuis la fin du du XIVe siècle au sommet du clocher central de la cathédrale établi entre les deux flèches. Elle y fut replacée en 1540 après sa reconstruction en pierre et nous l'y verrions encore sans l'incendie de 1831. Il est vrai que, dès le XVIIIe siècle, on en avait perdu la signification. C'était, d'après les écrivains du temps, le signe de l'exemption du chapitre, relevant directement de l'archevêque de Tours... Mauvaise explication, puisque cette attribution de la *croix à double traverse* comme signe héraldique du pouvoir archiépiscopal est relativement récente. Aussi ne faut-il pas s'étonner qu'après la reconstruction de la tour, à la suite de l'orage de 1831, elle n'ait pas été rétablie. Aujourd'hui que l'origine en est connue, il serait à désirer qu'on la plaçât de nouveau à son poste d'honneur.

Mais, dira-t-on, qui vous autorise à donner à la *Vraie-Croix de la Boissière* le nom de *Croix d'Anjou*?

Dans son testament, Louis Ier n'emploie pas ce terme, il est vrai : il parle de la *Croix de son Ordre*, sans autre désignation et demande que l'abbaye transférée dans sa capitale prenne le nom d'abbaye de *Sainte Croix d'Angers*. Le nom de *Croix d'Anjou* ne ressort-il pas pour ainsi dire de cette disposition? Admettons que non : j'ai beaucoup mieux à vous offrir, puisque je le trouve textuellement dans trois documents plus récents, tout en faisant remarquer qu'il put être employé dans le langage ordinaire longtemps auparavant.

Le premier de ces textes remonte au mois de septembre 1480 : il s'agit de la décoration du drap mortuaire, commandé par Jeanne de Laval pour le roi René (1) :

« A Arnoullet, brodeur, quarante-trois florins, quatre gros pour « quatre grans escusçons faiz aux armes de feu Monseigneur et une « *double Croix*, mys sur le drap de parement de feu Monseigneur...

« A Arnoullet, brodeur, six florins, huit gros, pour reste de « paiement des IIII escusçons et une *croix d'Aniou*, qu'il a fais pour « mettre sur le drap de feu Monseigneur... ».

Ces deux articles du compte de Simon Brehier, argentier de la reine, se complètent : *double croix* et *croix d'Anjou* sont évidemment dans la pensée et sous la plume du scribe une seule et même chose.

Le procès-verbal des funérailles du roi René, en date du 26 octobre 1481, me fournit le second (2) : « ..... *En la grant église avoit au*

(1) *Archives des Bouches-du-Rhône*, série B, n° 2510, fol. 66 verso et 77 verso.

(2) *Le Roi René*, par Lecoy de la Marche, t. II, p. 389.

*millieu du cueur une chapelle ardente, moult belle et magnifique, à quatre croisées et à XVI Croix doubles d'Anjou* » de tous les quartiers.

Enfin, je relève dans l'inventaire des joyaux de Jeanne de Laval, dressé le 16 septembre 1486 (1) « *une croix faicte en faczon de la croix double daniou et il y a le nombre de dix tables de dyamans* ».

De tout ce qui précède je suis en droit de conclure que la croix à *double traverse* s'est appelée *Croix d'Anjou* avant de prendre le nom de *croix de Lorraine* et que l'insigne relique de la Boissière et non la croix de Hongrie lui a servi de type comme forme, proportion et couleur.

René II, en l'adoptant pour la Lorraine, n'ayant plus sous les yeux la relique de la Boissière, perdit bientôt de vue son origine et. sans en modifier la forme traditionnelle, il en changea la couleur et prit la croix à double traverse *d'or*, qui fut conservée par ses successeurs.

D'après M. Germain, René d'Anjou avait adopté la *croix de Hongrie*, comme héritier des prétentions de la première maison d'Anjou. Cette déduction historique tombe d'elle-même puisque la croix à double traverse (*d'Anjou* d'abord, *de Lorraine* ensuite) est la copie de celle de la Boissière et non de celle de Hongrie, d'une forme bien différente. D'ailleurs, il faut bien le remarquer, quand le roi René s'intitule roi de Hongrie sur son sceau de 1438-1443 (2), il fait graver à droite de sa représentation un écu parti des six blasons qu'il portait alors et à gauche un autre écu de Hongrie ancien (Croix à doubles traverses *pattées*, plantée sur un mont). La forme de cette croix de Hongrie n'a rien de commun avec celle de ses monnaies, de son livre d'heures ou des supports de ses armoiries. Il n'avait donc, dans ces derniers cas, aucune intention de rappeler la *croix de Hongrie*, mais bien celle de la Boissière.

Il est bon de rappeler que les croix doubles et noires suspendues au cou des aigles ne sont pas de son invention : elles sont beaucoup plus anciennes. Le trône ou *faudesteuil de Louis Ier*, plaqué de vermeil sur bois, avait des montants « *terminés par deux assez grands aigles d'argent doré à esles levées et à leur bec tiennent*, d'après l'inventaire, *deux chaiennes auxquelles pendent deux escusçons émaillés d'un côté à ses armes à une seule fleur de lis et de l'autre à son Ordre de la Croix*, c'est-à-dire à la *Croix double*.

(1) *Fabrique*, t. I, fol. 205.

(2) *Sceaux des Bouches-du-Rhône*, par Blancard (pl. XXI).

*semblable en façon et couleur à la Vraie-Croix, dont Louis Ier avait commencé et prins l'Ordre* ». Celui-ci avait encore dans son trésor une burette de vermeil, en forme d'aigle, « au col duquel pendoit un escuçon de l'*Ordre de la Croix*, et la dicte aigle était couronnée et avait une fleur de lis de quatre fleurons sur sa tête » (1).

Il me paraît impossible de terminer cette note sans ajouter quelques mots au sujet de la Croix de la Boissière, conservée aujour-Incurables de Baugé.

Formée de trois pièces du bois de la Vraie-Croix, elle est, d'après M. Rohault de Fleury (2), la troisième de France et la douzième de l'Univers entier, comme importance. La tige mesure $0^m29$ de long, $0^m02$ de large et $0^m013$ d'épaisseur. La grande traverse a $0^m092$ de long, la petite $0^m078$.

Louis Ier enrichit cette croix de deux crucifix d'or et de fleurons semés de perles, de saphirs et de rubis en 1364; il y ajouta un piédestal de vermeil, pour en faciliter l'exposition aux pèlerins.

Mais d'où venait cette croix renommée? Des actes authentiques, qu'on peut voir aux Incurables de Baugé (3), nous donnent la réponse. D'après une charte de 1244, Jean d'Alluye, seigneur de Châteaux et de Saint-Christophe, ayant conservé aux chrétiens l'île de Crète et vaillamment combattu les Sarrazins, reçut la relique en récompense de ses exploits, au moment de son départ pour l'Occident, de Thomas, évêque d'Hiérapétra et d'Arcadie. Celui-ci en avait été gratifié autrefois par Gervais, patriarche de Constantinople, qui la lui avait donnée comme étant celle que portait Emmanuel Commène, quand il combattait les ennemis de la Croix.

De retour en France, Jean d'Alluye céda la précieuse relique aux religieux de la Boissière, qui construisirent une charmante chapelle en dehors de leur enclos, pour y exposer la Vraie-Croix à la vénération des pèlerins. Cet édifice (remarquable spécimen de l'architecture en style Plantagenet) existe encore; j'en ai donné la description et les plans dans la *Revue de l'Art chrétien* (4). La Vraie-Croix y serait toujours restée sans les incursions des *Tard-Venus*, unis aux Anglais, qui, après avoir dévasté l'abbaye du Loroux, menaçaient celle de la Boissière. Les religieux, redoutant le sort de leurs voisins, transpor-

(1) Inventaire des Joyaux de Louis I, n° 494. Note empruntée à l'article de M. Moranvillé. *Bibliothèque de l'École des Chartes*, 1901, p. 620, note 1.

(2) *Mémoires sur les Instruments de la Passion*, p. 123, 124 et 303.

(3) *Notice historique de la Vraie-Croix de Baugé*, par l'abbé Barrau, 1874, p. 31 et suivantes.

(4) *Revue de l'Art chrétien*, 1903, 2e livraison.

tèrent à Angers leur Vraie-Croix et la confièrent à Louis Ier, qui la fit déposer dans la chapelle du château, en 1359, où elle fut vénérée près d'un siècle.

---

# M. A. LADUREAU

à Paris

## LES FRESQUES DE BOSCO-REALE [751]

*— Séance du 6 août —*

Sur les flancs du Vésuve, à peu de distance de Pompéi, s'élevaient autrefois, avant la célèbre éruption du volcan qui réduisit en cendres cette ville et sa voisine Herculanum, c'est-à-dire avant l'an 79 de notre ère, de nombreuses villas de plaisance où les nobles romains venaient chercher le calme, la tranquillité, la douceur du climat et la satisfaction des yeux que leur procurait ce paysage unique au monde.

Sur les ruines de ces villas, on a construit une petite ville formée d'une agglomération de maisons entourées de jardins et à laquelle on a donné le nom de Bosco-Reale.

En faisant des fouilles dans le sol de cet endroit charmant, on y a découvert de nombreux vestiges des habitations d'autrefois, qui ont été recouvertes par les cendres brûlantes vomies par le Vésuve. De même qu'à Pompéi, le bois et toutes les matières organiques ont été détruits par l'incendie allumé par cette pluie de feu, mais les murailles des habitations, les colonnes, les statues, en un mot tout ce qui était incombustible a résisté et c'est grâce à cela que nous avons pu retrouver, il y a quelques années, cette ville ancienne complètement enfouie sous la cendre et que le gouvernement italien a remise au jour, Pompéi !

C'est également grâce à cette cendre poreuse et légère que l'on doit la conservation des peintures à fresque qui ornaient les murailles de toutes ces villas en les protégeant contre les détériorations que leur auraient causées les pluies qui, quoique rares, sont parfois très violentes dans ce pays. Absorbée par les couches supérieures de cendre qui recouvrent les anciennes habitations, l'eau pluviale n'a pu arriver jusqu'aux murailles et y détruire les peintures.

On sait que les procédés de peinture des anciens étaient de deux natures différentes, à la détrempe ou à l'encaustique, car ils ignoraient les propriétés siccatives de l'huile de lin; la peinture à la détrempe, qui est le procédé employé à Bosco Reale, consistait à délayer des pigments minéraux, ocres diverses, terres colorées, cinabre finement pulvérisé etc., dans une solution d'albumine d'œufs, ou autrement dit de blancs d'œufs, ou parfois aussi de colle forte (gélatine) extraite des peaux ou des os des animaux. L'action des eaux du ciel sur ces peintures aurait été terriblement néfaste, elle les aurait enlevées complètement.

Quant au procédé à l'encaustique, il consistait dans le mélange très intime des substances minérales colorées avec la cire d'abeilles, que l'on ramollissait par la chaleur pour l'appliquer sur les surfaces à peindre. On croit aussi que certains artistes y mélangeaient de la résine semi-fluide des pins, de la térébenthine brute; les anciens ignoraient l'essence de térébenthine et ne pouvaient par conséquent songer à utiliser ses propriétés dissolvantes de la cire. Un certain nombre de peintures murales trouvées à Pompéï ont été effectuées par cette méthode et se sont ainsi mieux conservées que celles en détrempe.

Ces quelques explications étaient nécessaires pour faire comprendre à nos lecteurs comment des peintures effectuées il y a dix-neuf siècles avaient pu parvenir jusqu'à nous sans subir les injures du temps et des éléments.

Voici maintenant dans quelles circonstances les fresques admirables qui font l'objet de cet article ont été mises au jour : Depuis plusieurs années, M. Vincenzo de Prisco, député de Bosco-Reale, a entrepris des fouilles dans les abords d'une villa moderne qu'il y possède, la Pisanella. On avait déjà trouvé dans des villas voisines, débarrassées de leur couche de cendres, des objets forts intéressants et, entre autres, de la vaisselle d'argent, que le baron Edmond de Rothschild a acquise pour l'offrir à notre musée du Louvre, un important trésor de deniers d'or renfermant de superbes pièces des règnes de Galba, d'Othon et de Vitellius et un riche mobilier acquis par le musée de Berlin; mais c'est dans la villa découverte par M. de Prisco qu'on a trouvé les peintures les plus intéressantes. On peut même affirmer que les fresques qu'il a ainsi remises au jour sont les plus remarquables au point de vue artistique de toutes celles que nous a léguées l'antiquité. La pureté du dessin, l'observation exacte des lois de la perspective, l'harmonie des couleurs, leur habile disposition en font des pièces artistiques dignes en tout point de nos

meilleurs peintres. Malgré des difficultés très grandes, provenant de la résistance de l'administration des Beaux-Arts d'Italie, ces admirables fresques ont été enlevées à grands frais des murailles qui les portaient et amenées à Paris, où on peut les voir en ce moment chez MM. Canessa, à l'exception d'une que le musée du Louvre a acquise et où on va l'installer prochainement et d'une autre achetée par un riche amateur pour l'offrir au musée de Bruxelles.

D'après les documents retrouvés depuis par les archéologues qui ont étudié l'histoire de Bosco-Reale, la villa dans laquelle se trouvaient ces fresques aurait été construite en l'an 1 de notre ère, puis vendue aux enchères publiques le 9 mai de l'an 12. On sait que son architecte s'appelait Mario, car on a trouvé sur une tablette en pierre cachée sous le plâtre la mention MARIO STRVCTOR accompagnée de la truelle symbolique. En outre, on a retrouvé une mesure de capacité portant le nom de P. Fannius Syniston et un cachet de bronze qui se trouvait dans une des chambres et portait la suscription L-HERFLO, ce qui fait supposer que le propriétaire de cette villa, au moment de l'éruption de 79, s'appelait Lucius Herenius Florus. Au moment de la catastrophe, la maison était en réparation, elle avait probablement souffert du tremblement de terre de 63 qui fit tant de dégâts : on refaisait la salle des bains et on transformait la chambre à coucher; seule la *villa rustica* (maison du jardinier) était habitée. Partout ailleurs on avait enlevé meubles et menus objets. On a retrouvé dans le péristyle un socle de marbre dépourvu de sa statue.

On croit que les peintures en question ont dû être faites à deux époques différentes; les plus anciennes, architecture sévère, imitation de marbres précieux, panneaux à grandes figures dateraient des premières années de notre ère; les autres, en style rococo et un peu trop chargées, seraient postérieures à la vente du 9 mai de l'an 12. Leur étude permet de se rendre un compte exact de l'état d'avancement de la peinture chez les Romains, au moment précis où le paganisme, expirant allait céder la place au nouveau dogme, au Christianisme qui a conquis le monde et sous l'influence duquel l'homme a perfectionné ses connaissances, a développé ses goûts artistiques, a enfin acquis la science sur laquelle repose toute la société moderne.

Les fresques de Bosco-Reale marquent donc l'étape parcourue par l'humanité au moment de la plus importante transformation qu'elle ait subie dans le cours des siècles et c'est un des points de vue auxquels elles nous ont semblé le plus particulièrement intéressantes.

M. G. FLEURY

à Mamers (Sarthe)

## LE PORTAIL OCCIDENTAL DE LA CATHÉDRALE D'ANGERS (1)

[726.6 (44.18)]

*— Séance du 6 août —*

Le portail occidental de la cathédrale Saint-Maurice d'Angers a beaucoup perdu de son ancien charme. Le linteau de la porte a été remplacé par une disgracieuse arcature du XVIIe siècle ; le trumeau a disparu ; des restaurations de diverses époques ont modifié quelques détails. Malgré cela, si l'on veut bien examiner attentivement ce portail, tant dans son ensemble que dans ses multiples ornements, on le trouvera digne du plus grand intérêt et l'on partagera certainement l'opinion de Prosper Mérimée, qui écrivait à son sujet, en 1836 : « Je ne me lassais pas surtout de considérer les draperies gracieusement ajustées, couvertes de longs plis serrés et arrondis, chargés de pierreries et de broderies de toute espèce (2). »

Dans l'état actuel, le portail occidental de la cathédrale Saint-Maurice d'Angers se compose d'une archivolte, à quatre voussures, en arc brisé surhaussé, encadrant un tympan resté intact avec le Christ assis en Majesté, dans une auréole elliptique, au milieu des quatre symboles des Évangélistes. La première voussure de l'archivolte, au-dessus du tympan, est ornée de dix anges posés de profil, chacun à mi-corps au-dessus d'un petit nuage ; ces anges sont affrontés au milieu de la voussure qui n'a point de clef ; la deuxième voussure supporte également dix anges semblables à ceux de la première, et en plus un ange, posé de face, qui forme clef ; dans chacune des troisième et quatrième voussures, douze vieillards assis tiennent un vase de la main droite et un instrument de musique de la main gauche ; à la clef de la troisième voussure, deux petits anges supportent une couronne ; la quatrième voussure n'a pas de clef, mais deux anges placés de chaque côté, au sommet de l'arc brisé et affrontés, occupent le milieu de la scène. Enfin, l'archivolte est encadrée

(1) Cette note est extraite d'une étude générale, que nous préparons sur les portails imagés du XIIe siècle, en France, et sur leur iconographie.

(2) Notes d'un voyage dans l'ouest de la France. Paris, 1836, p. 323.

extérieurement par une moulure chargée d'une série de rinceaux de feuillages, au milieu desquels sont sculptées de fines têtes plates.

Dans chacune des deux premières voussures, à l'imposte, sur la hauteur du linteau disparu, un personnage est assis de chaque côté sous une arcature en plein cintre, tête nue, pieds nus, tenant un livre dans ses mains. Un ange debout, portant dans ses mains un chandelier, est également placé dans chacune des deux autres voussures.

La présence des deux personnages assis de chaque côté sous une arcature dans les deux premières voussures nous amène à croire que le linteau, aujourd'hui disparu, mais qui jadis supportait le tympan, devait être orné de huit personnages de même nature avec arcatures, comme à Saint-Loup de Naud, et que la réunion des personnages du linteau et du bas des deux premières voussures constituait le groupe des douze apôtres, ainsi qu'à Bourges, à Charlieu et au Mans, où nous trouvons des statuettes à poses identiques. Pour appuyer cette hypothèse. nous ferons d'abord remarquer que, si l'on divise la longueur du linteau en huit parties, on obtient ainsi des fractions égales à chacune des arcatures sculptées sur les sommiers des deux premières voussures; d'autre part, un rapport de sculpteurs experts, rédigé après l'incendie du 25 mai 1617, mentionne la destruction de trois figures d'apôtres dans le tympan; il s'agit évidemment des personnages qui devaient orner le linteau.

Quatre personnages debout, de chaque côté de la porte, sont adossés aux colonnes, sans dais, qui garnissent les angles rentrants des jambages; dans le jambage droit, le permier personnage est une femme, tandis que c'est un homme dans le jambage gauche. Les statues reposent sur de petits socles, bas mais larges, chargés de sculptures; des chapiteaux à larges feuilles d'acanthe terminent les colonnes. Le soubassement, quoique de la même époque que le portail, n'accuse pas les angles rentrants comme dans la plupart des portails du XII<sup>e</sup> siècle. Il se compose dans chaque jambage d'un entablement rectiligne, sur lequel se dressent les statues et qui est supporté par cinq colonnettes engagées, à chapiteaux ornés de feuilles plates et dont les bases reposent sur un socle unique mouluré.

Les statues de ce portail ont subi des réparations à diverses époques; des restaurations nombreuses y ont été faites, notamment en 1629, ainsi que des peintures pour faire disparaître les traces des dégâts causés par l'incendie des tours, arrivé quelques années avant cette date, de même qu'en 1830, où le sculpteur Dantan a retouché

assez malheureusement des statues dont il a dénaturé les figures et les mains. C'est ainsi que furent refaits, au XVII^e siècle, le lion et l'ange encadrant le côté gauche du Christ, dont la tête et la main droite furent restaurées. Ces parties, aujourd'hui en bon état de conservation, étaient, dans le rapport de 1617, mentionnées comme détruites; nous y lisons, en effet : « Qu'au devant, sous la voûte des dits clochers, y avait une Trinité eslevée en bosse avec les Évangélistes et Apôtres, où il manque trois figures d'apôtres, un lion, un ange, et la tête et une main de la figure de la dite Trinité, et qu'il est besoin refaire l'architecture pareille à celle de l'opposite. » Ces réparations ont bien été exécutées ainsi que le demandaient les experts; on les reconnaît facilement encore aujourd'hui en examinant les parties décrites dans ce rapport; car l'ange, qui ne tient plus le livre qu'il possède toujours dans les tympans du XII^e siècle, n'a pas conservé sa pose traditionnelle, surtout pour l'aile qui se déploie ordinairement à droite au-dessus de la tête; de même les ailes du lion n'ont pas leur développement habituel et ne sont pas symétriques avec celles du bœuf; la tête du Christ n'a pas non plus conservé la physionomie qu'on est accoutumé à rencontrer dans les autres portails du nord de la France à cette époque, quoique dans ces diverses représentations du Christ on relève de nombreuses variantes quant aux petits détails; ainsi, à Bourges, la barbe et les cheveux sont courts, plaqués; au Mans, la moustache est forte et les cheveux longs, plats, en grosses mèches raides; dans le tympan d'Issy, le Christ a les cheveux divisés sur le front et tombant sur les épaules en lourdes tresses ondulées, les moustaches sont fortes, la barbe courte et formant collier. La tête du Christ d'Angers se rapproche davantage de celles de Chartres et de Saint-Loup-de-Naud, où le bas de la figure est couvert par une barbe divisée en plusieurs parties, ainsi que les cheveux, dont chacune des mèches se termine par une boucle.

Sous la réserve de ces retouches de détails, les statues du portail de Saint-Maurice d'Angers sont bien toutes de l'époque de la construction et par ce fait composent un ensemble intéressant comme ceux du Mans, de Senlis, et de Saint-Loup de Naud. Car il est bon de faire remarquer que peu de portails du XII^e siècle sont conservés dans leur état primitif de construction; la plupart ont subi des modifications et des adaptations, comme ceux d'Étampes, de Bourges et surtout de Chartres, dont les statues proviennent d'au moins trois portails de dates et d'origines différentes.

S'il nous est facile d'expliquer les scènes du tympan du portail

d'Angers par la vision de saint Jean transcrite dans l'Apocalypse, nous nous heurtons au contraire à plusieurs énigmes dans les jambages. Il faut remarquer d'abord que les statues de femmes y sont au nombre de trois; on en compterait facilement quatre, poussé par la symétrie, si l'on n'examinait avec le plus grand soin la première figure du jambage gauche, qui a été restaurée et sur laquelle le côté gauche seulement porte les traces d'une légère moustache et d'un collier de barbe coupée court; les longs cheveux ondulés, les draperies larges du manteau relevées sur le bras et simulant des manches, la ceinture retombant sur le devant de la robe peuvent contribuer encore à induire en erreur. Ce nombre de trois statues de femmes s'explique difficilement, car dans les autres portails de la même époque on ne constate en général que la présence de deux femmes, comme à Bourges, au Mans, à Saint-Ayoul de Provins, à Notre-Dame d'Étampes, et même d'une seule à Saint-Loup de Naud; nous ne parlons pas du triple portail occidental de Chartres, parce que les statues qui y sont groupées n'y figurent pas dans leur ordre naturel et primitif. Aussi cette exception d'Angers rend-elle encore plus difficile l'attribution des personnages. Parmi les huit statues qui ornent les deux jambages du portail de Saint-Maurice nous ne retrouvons pas celles de saint Pierre et de saint Paul, que l'on rencontre presque partout; nous remarquons seulement quatre personnages figurant sur plusieurs portails du nord de la France au XII^e^ siècle; la première statue, à droite en avant, représente Moïse avec les Tables de la loi et la tête couverte d'une coiffure caractéristique ronde, à côtes parallèles longitudinales; nous le trouvons ainsi représenté à Bourges, à Étampes, à Saint-Loup de Naud et à Chartres deux fois; la seconde statue du jambage gauche est le roi David jouant de la harpe; il est ainsi figuré au Mans; la reine de Saba se trouve à droite près de la porte; elle tient un sceptre de la main droite; on peut voir, dans le premier personnage en avant du jambage gauche, la représentation de Salomon, qui est ainsi figuré au Mans, où le doute n'est pas possible, puisque son nom est peint sur le phylactère que le personnage tient entre les mains. Pour les autres personnages, nous n'avons aucune identification personnelle à proposer, n'ayant pas trouvé d'équivalents dans les autres portails que nous avons pu étudier jusqu'à ce jour, surtout pour les femmes. Des noms ont été proposés maintes fois, mais nous ne les rappellerons pas ici, parce que ces hypothèses ne sont appuyées d'aucune preuve et laissent toujours le champ libre à l'imagination, ces statues n'étant caractérisées par aucun signe symbolique ou conventionnel.

Après l'examen de tous ces détails, une question se présente naturellement à l'esprit : quelle date peut-on attacher à la construction de ce portail? La réponse est très délicate, car les documents font défaut à Angers comme dans beaucoup d'autres monuments de cette époque; la plus grande incertitude règne encore sur l'âge précis de beaucoup d'églises; bien des dates, que l'on trouve répétées partout et que l'on considère comme certaines, sont en réalité fort suspectes et n'ont jamais fait l'objet d'un examen vraiment critique. Cherchons donc dans les monuments similaires quelques éléments de comparaison qui nous permettent, par déduction, de proposer une date approximative pour la décoration du portail de Saint-Maurice d'Angers.

Les portails imagés dans le nord de la France nous paraissent avoir conservé le tracé en plein cintre pour leurs tympans et leurs archivoltes durant toute la première moitié du XII^e siècle ; tels sont les portails d'Avallon, Bourges, Le Mans, Vermanton; dans la seconde moitié du XII^e siècle au contraire le tracé en arc brisé se rencontre généralement comme on le voit à Saint-Ayoul-de-Provins, à Saint-Loup-de-Naud, à Senlis, à Chartres, à Étampes. Nous adoptons cette première division, parce que nous ne pensons pas qu'on puisse citer un seul exemple de portail imagé, à arc brisé, antérieur à 1150. Le savant archéologue allemand, Wilhelm Vöge, dans son important travail sur les origines de la sculpture française au moyen âge (1) a bien, il est vrai, attribué au portail royal de Chartres la date de 1145; mais cette appréciation, purement technique, tombe d'elle-même aujourd'hui, car cet auteur faisait dériver la sculpture de ce portail de celle de Saint-Trophime d'Arles; or M. de Lasteyrie a prouvé depuis, d'une façon irréfutable (2) que le portail d'Arles est de la fin du XII^e siècle (3); par conséquent Wilhelm Vöge perd, par ce fait même, l'unique appui qu'il possédait pour attribuer au portail royal de Chartres une date antérieure à la seconde moitié du XII^e siècle. M. de Lasteyrie, en continuant l'étude de ce portail de Chartres, est même arrivé comme conclusion à proposer le troisième quart du XII^e siècle pour la date de l'exécution des sculptures du portail royal de Chartres. Ces conclusions ont, à notre avis, une grande portée pour le portail de Saint-Maurice d'Angers, car, par l'examen des sculptures de ce portail, nous avons cru remarquer de

(1) *Die Anfänge des monumentalen Stiles im Mittelalter.* Strassburg, 1894.

(2) *Etudes sur la sculpture française au moyen âge.* Paris, 1902.

(3) M. Marignan a même voulu l'attribuer au commencement du XIII^e siècle. *Etude sur la sculpture en Provence.*

grands points de concordance entre la sculpture du tympan central de Chartres et celle d'Angers. Ainsi nous voyons, à Angers comme à Chartres, dans la première voussure intérieure, les anges de profil à mi-corps au-dessus d'une petite nuée ; cette disposition typique ne se rencontre dans aucun autre portail du Nord ; nous ne l'avons retrouvée, pour le XII[e] siècle, qu'à Saint-Trophime d'Arles ; dans les deux portails de Chartres et d'Angers nous trouvons également à la clef de la troisième voussure, au milieu des vieillards de l'Apocalypse, deux anges de face supportant une couronne ; le gracieux encadrement de l'archivolte avec ses rinceaux de feuillage possède, dans l'un comme dans l'autre portail, un heureux mélange de têtes aux fines expressions. Ce sont là de trop nombreuses concordances pour y voir l'effet d'un simple hasard et elles sont assez évidentes pour prouver l'influence du portail de Chartres sur l'exécution du portail d'Angers et pour permettre d'attribuer à ce dernier une date tout au plus contemporaine, sinon plus jeune. Telle est la conclusion que nous tirons de l'étude du tympan et de l'archivolte ; mais, si nous continuons notre comparaison entre les jambages du portail d'Angers et ceux d'autres portails, nous n'hésitons plus pour préciser davantage la date de construction et nous acquérons la certitude d'une construction postérieure. Voici sur quelles observations nous nous appuyons : Le soubassement ne présente plus les ressauts rectangulaires que nous trouvons dans les autres portails du XII[e] siècle, mais l'ébrasement est rectiligne comme dans les portails latéraux de Bourges remaniés au XIII[e] siècle ; les statues colonnes ont pris du développement en largeur et ne sont plus réduites à garnir le fond seulement des angles rentrants, elles ressortent même sur les angles saillants ; les colonnes sur lesquelles elles sont accolées sont à peine visibles et les chapiteaux qui les surmontent ont leurs bouts de feuilles fort retournés, de façon à presque former un crochet à chaque extrémité ; de plus, le soubassement représente une grande fraction de la hauteur totale du jambage, la statue est ainsi plus élevée au-dessus du sol ; le portail d'Angers pour cette partie s'éloigne bien visiblement du portail de Chartres et se rapproche davantage du portail occidental de Notre-Dame-de-la-Couture, au Mans qui, lui, appartient sans conteste au XIII[e] siècle. Tels sont les motifs qui nous incitent à croire que le portail de Saint-Maurice d'Angers est une œuvre du dernier tiers, nous dirons même volontiers du dernier quart du XII[e] siècle.

Du reste, un autre monument d'Angers nous fournit encore un argument ; dans le chœur de la vieille église jadis délaissée de Saint-

Martin, se trouvent d'anciennes statues qui, par le *faire* se rapprochent beaucoup de celles du portail de Saint-Maurice, surtout si l'on compare la statue de Moïse du portail avec celle du fond de l'abside placée à gauche de la Vierge; or ces statues, comme celles du chœur de la Couture du Mans, sont de la fin du XII[e] siècle, sinon du commencement du XIII[e].

A propos de cette église de Saint-Martin, je crois bon de répondre à une accusation fondée jadis, mais erronée aujourd'hui, formulée par Wilhelm Vöge (1), qui accusait les Angevins de cacher et de délaisser un trésor archéologique de la valeur de l'église Saint-Martin S'il venait aujourd'hui visiter Angers, il constaterait avec plaisir que le monument est maintenant estimé à sa juste valeur et que de discrètes restaurations vont assurer sa conservation.

Un porche fut élevé postérieurement devant le portail; il a été détruit en 1806; les traces de son existence sont rares; elles consistent seulement en colonnes élancées, encadrant le portail, et en formerets, arasés sur le mur, qui nous donnent au moins les dimensions principales de cette construction. Quelques dessins de ce porche ont été conservés, entre autres celui de la collection Gaignières; mais les dessins de Gaignières sont presque toujours d'une exactitude fort suspecte dans les détails et, quand on examine celui du porche d'Angers, on consentirait volontiers à accepter pour sa construction la date de 1336, qui a été donnée par erreur, en attribuant à Foulques de Mathefelon la création de ce porche. Nous devons à une aimable communication de M. de Farcy la connaissance d'un autre dessin, exécuté en 1623, certainement beaucoup plus exact et qui permet de faire remonter à la moitié du XIII[e] siècle cette importante construction; mais nous ne voulons pas ici empiéter sur le domaine de M. de Farcy, à qui revient le droit de faire connaître le résultat des fouilles et des recherches qu'il a faites à ce sujet, ainsi que les restitutions documentées qu'il a élaborées pour sa belle monographie de la cathédrale d'Angers.

(1) *Die Anfänge des monumentalen Stiles...*, p. 259.

# M. le Dr QUINTARD

à Angers

## UNE BAGUE ROMAINE [391.7(36)]

— *Séance du 6 août* —

Après les mécomptes occasionnés par la tiare de Saïtapharnès, il faut avoir un certain courage pour présenter devant un aréopage de savants, en lui attribuant une haute valeur, un bijou dépourvu d'état-civil. J'aurai cependant ce courage, car la bague romaine que j'ai l'honneur de soumettre à votre examen offre des caractères d'authenticité qu'il est facile de mettre en lumière. Mais, avant d'entreprendre cette démonstration, il n'est peut-être pas inutile de vous déclarer qu'en venant chercher près de vous une sorte de garantie d'origine, je n'ai aucune arrière-pensée mercantile. Cette bague n'est pas à vendre. Elle est depuis longtemps dans ma famille, longtemps encore elle y restera ! Ami d'une science pleine d'intérêt, mon unique but, en apportant ma modeste pierre à l'édifice que vous construisez, est surtout de vous être agréable.

Une description de cette curieuse bague s'impose tout d'abord.

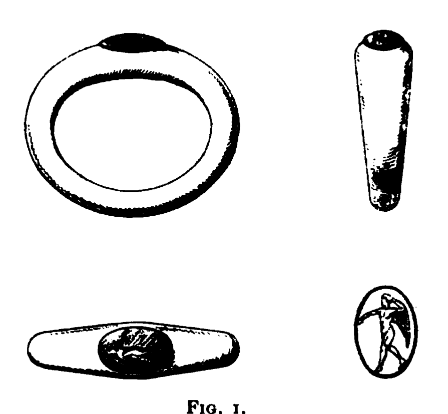


Fig. 1.

C'est un anneau en or vierge, du poids de 26 grammes, affectant une forme ovalaire à grand diamètre latéro-latéral et présentant un jonc renflé en avant, de façon à former un chaton dans lequel est sertie

une émeraude finement intaillée. Je reviendrai tout à l'heure sur les différentes particularités que je viens d'indiquer, mais je dois, auparavant, vous dire en quelques mots où et comment ce bijou a été trouvé. Il y a environ cinquante ans, on érigeait à Poitiers, au lieu dit le *pré l'Abbesse*, le collège Saint-Joseph. Des ouvriers, en pratiquant des fouilles, mirent au jour plusieurs sarcophages gallo-romains, dans lesquels, parmi des débris humains, ils découvrirent cette bague qu'acheta, au poids de l'or, c'est-à-dire pour une somme relativement insignifiante, un antiquaire distingué, M. Benjamin Deniau, dont je suis heureux de rappeler ici la mémoire, car je lui dois mes premières jouissances archéologiques. Ce maître fureteur qui professait pour ce bijou, unique en son genre, une sincère admiration, le conserva religieusement toute sa vie. Il est, aujourd'hui, la propriété d'une de ses nièces qui, ayant hérité de son oncle le goût des choses anciennes, le garde avec un soin non moins jaloux, mais cependant a bien voulu me permettre, à l'occasion du Congrès, d'en régaler les yeux des amateurs d'antiquités.

Les conditions dans lesquelles une trouvaille est effectuée sont de précieux jalons pour arriver à déterminer l'origine de l'objet découvert. Au milieu de débris gallo-romains, on a des chances de rencontrer des curiosités remontant à une époque plutôt antérieure, ce que n'ignorent pas Messieurs les faussaires, qui ne manquent jamais, en présentant un objet truqué, de citer les circonstances de lieu dans lesquelles le hasard, ou d'intelligentes recherches l'auraient fait rencontrer. Aussi, les savants sérieux ont-ils l'habitude de ne déterminer leur jugement que d'après les caractères objectifs qu'ils peuvent apprécier eux-mêmes. Ne songeant pas à soustraire mon bijou à un nécessaire contrôle, je vais devant vous et avec vous, chercher à établir les signes qui permettent d'en faire remonter l'origine à la période romaine.

Mais, auparavant, une question préjudicielle se pose. Les Romains avaient-ils le goût de ce genre de parure? S'il s'agissait d'un peuple asiatique, voire même du peuple grec, la réponse ne serait pas douteuse. Mais ce peuple de laboureurs et de soldats qu'étaient les descendants de Romulus devait mépriser les vains ornements? Pour régler ce point important, je n'ai qu'à faire appel à vos souvenirs classiques. Les anciens Romains — je ne parle pas de ceux de la décadence — méprisaient si peu les bijoux que, sur le champ de bataille de Cannes, les Carthaginois ramassèrent des boisseaux de bagues ayant appartenu aux chevaliers vaincus! Cette parure était donc déjà fort en honneur au temps de Scipion. Les bagues qui, à

cette époque, étaient en fer, ne tardèrent pas à être en or et à devenir si à la mode que les esclaves eux-mêmes, imitant leurs maîtres, jugeaient heureux de recouvrir d'or l'anneau de fer qu'ils étaient astreints à porter en signe de servitude. Ce n'est pas, par conséquent, courir au devant d'une erreur que de chercher à attribuer à une bague, évidemment fabriquée pour un doigt masculin, l'épithète de romaine.

Je vais donc énumérer les principaux caractères qui militent pour elle en faveur d'une origine latine.

Considérons tout d'abord la nature du métal dont cette bague est formée. C'est de l'or sans alliage, de l'or vierge, un or qui n'est plus dans le commerce, mais que les anciens utilisaient souvent. De ce fait, nous avons déjà une présomption du grand âge de notre relique. Notons maintenant sa forme ovalaire, modelée sur celle du doigt, qui se trouve ainsi plus étroitement épousé. Cette forme très judicieuse, surtout pour les bagues un peu lourdes, se rencontre fréquemment à la période gallo-romaine. A elle seule, elle ne saurait être une marque de fabrication transalpine; mais, si l'on tient compte, en même temps, de l'étroitesse de l'anneau, on sera amené à lui assigner une lointaine extraction. Essayez, en effet, de la faire pénétrer dans votre médius, vous n'y parviendrez pas. Or, suivant Pline, les Gaulois portaient de préférence leurs bagues à ce doigt, tandis que les Romains s'en passaient jusqu'à trois dans le petit! Si notre bague, que nous avons déjà démontré être ancienne, ne peut être gauloise, il faut donc qu'elle soit romaine!

Elle l'est encore de par son poids et son volume. Les peuples de la vieille Italie, ne pouvant ou ne jugeant pas à propos de faire un luxe de la ciselure, mettaient leur contentement plus volontiers dans l'énormité du bijou. De même que leur belles poteries se distinguaient par l'extrême minceur de leurs parois, leurs beaux bijoux n'allaient pas sans quelque épaisseur. Cette épaisseur variait même suivant les saisons; car, si l'on en croit les satiriques, il y avait des anneaux plus légers pour l'été. Le nôtre était évidemment un anneau d'hiver!

J'en arrive maintenant à la pierre enchatonnée dans le jonc. Cette émeraude, sur laquelle on aperçoit un génie ailé d'une finesse et d'un galbe admirables, pourrait, à qui ignorerait que les anciens étaient passés maîtres dans l'art de graver les pierres dures, inspirer quelque doute sur le berceau que j'attribue à notre bague. Après les Égyptiens et les Grecs, les Romains eux-mêmes, qui ne se piquaient pourtant pas d'être artistes, produisaient, au moyen d'instruments

assez rudimentaires, de merveilleux chefs-d'œuvre de glyptique. Avec un *touret* ils mettaient en mouvement un petit rond de fer émoussé, *ferrum retusum*, servant à user la pierre et, pour en aider l'action, se servaient du grès rouge du Levant qu'ils nommaient *naxium*. Ils donnaient le dernier póli avec l'*ostracite* ou os de sèche. On gravait sur les anneaux ou la tête d'un dieu, ou celle d'un grand homme, ou quelque animal symbolique. Pompée avait sur le sien un lion, César une Vénus, Auguste un sphinx.

Dans l'impossibilité où je suis de déterminer quelle est la figurine gravée sur la bague dont je vous entretiens, je me contente, en raison des ailes dont elle est ornée, de la qualifier de génie... sans épithète. Ce génie, néanmoins, me permet d'assimiler cet anneau aux célèbres anneaux historiques dont je viens de citer les maîtres illustres et je me trouve ainsi de plus en plus autorisé à déclarer que notre bijou est au moins contemporain des premiers Césars.

Il reste à établir — soyons complet autant que possible — si la bague qui nous occupe était un de ces anneaux sigillaires dont on se servait à Rome pour sceller les écrits, garantir les contrats, clore les objets qui devaient être exactement fermés. Il me semble naturel d'admettre qu'un anneau offrant une pierre soigneusement gravée pouvait, devait même être employé dans ce but et ce qui, surtout, m'induirait à penser qu'il était destiné à affirmer la personnalité de son propriétaire, c'est qu'après le trépas d'icelui, il continua à jouer ce rôle en le suivant dans la tombe. Je crois être plus rapproché de la vérité en attribuant à ce bijou la fonction de cachet qu'en supposant qu'il symbolisait une mission, comme d'aucuns ont pu le croire. Un proconsul, envoyé dans les Gaules pour pacifier une province, partait en toute hâte et ne perdait pas un temps précieux à faire graver un emblème de la charge qui lui était octroyée. En tout cas il n'aurait pas songé à faire déposer dans sa bière un objet assez impersonnel, pas plus qu'un préfet de nos jours n'ambitionne d'être inhumé avec le sceau du département qu'il administre.

En terminant, il serait sans doute intéressant de fixer au juste à quelle période de la civilisation romaine remonte le bijou au sujet duquel j'ai peut-être abusé de votre attention; mais je craindrais, en voulant serrer de trop près la question, de devenir oiseux. Je me contente de présumer qu'il est de l'époque où Rome envoyait des gouverneurs dans les Gaules et cette peu savante supposition sera un gage de ma sincérité quand j'affirmerai que cet anneau, encore qu'il paraisse fruste, est aussi rare que précieux; car aucun Musée de France — si je m'en rapporte aux catalogues — ne peut se flatter

d'en posséder de semblable. Il n'aurait, paraît-il, qu'un rival dans un musée de Berlin, où vous aurez peut-être, un jour, le loisir d'aller promener votre curiosité. Mais :

« *Non cuivis homini contingit adire Corinthum* ».

Je vous invite donc à satisfaire ici même, en examinant cette bague romaine que je vais faire circuler, votre goût légitime pour les manifestations de l'art ancien. Et je vous préviens charitablement de ne pas la passer dans un doigt dont vous ne pourriez la retirer, car, foi de médecin, je n'hésiterais pas, dans ce cas, à sacrifier plutôt le doigt que l'anneau!

---

## M. Émile RIVIÈRE

Directeur-adjoint de laboratoire au Collège de France, à Paris
Président de la Société préhistorique de France

### DÉCOUVERTE D'UNE NÉCROPOLE GALLO-ROMAINE A PARIS

[593.1(36)]

— *Séance du 8 août* —

I

Dès l'année 1882, et jusqu'en 1893, j'ai eu l'honneur d'appeler, à maintes reprises, l'attention, soit de l'Académie des sciences (1), soit de l'Association française pour l'Avancement des sciences (2), soit enfin de la Société d'Anthropologie de Paris (3), sur les sablières des environs de Paris, c'est-à-dire de Billancourt-Boulogne, du Perreux de Champigny, etc. (département de la Seine) et de Neuilly-sur-Marne, Draveil, Éragny et Cergy, etc. (département de Seine-et-Oise). Et, dans les différentes notes et notices que j'ai publiées sur ces sablières, je les étudiais tant au point de vue archéologique, représenté par l'industrie des hommes primitifs aux diverses époques préhistoriques, qu'au point de vue paléontologique, figuré par la

(1) Comptes rendus de l'Académie des sciences, années 1882, 1885, 1887, 1888, 1890.
(2) Association française pour l'Avancement des Sciences, années 1882, 1885, 1886, 1887, 1890, 1891, 1892.
(3) Société d'Anthropologie de Paris, année 1893.

faune et la flore de ces différents âges, industrie, faune et flore dont j'ai recueilli de nombreux spécimens.

De 1894 à la fin de 1901, n'habitant plus Paris, j'ai été forcé d'en interrompre l'étude, et c'est seulement depuis le mois d'avril 1902 que, réinstallé dans la Capitale, j'ai pu reprendre mes recherches, dans les sablières de Boulogne-sur-Seine, notamment dans la partie de cette commune, plus connue sous le nom de Billancourt. De plus, ayant appris, par hasard, au mois de décembre de l'année dernière (1902), l'existence de deux sablières dans Paris même, dans le quinzième arrondissement, sablières dont l'une venait d'être récemment ouverte à l'exploitation, je me hâtai d'en entreprendre aussi l'étude.

Je ne parlerai pas ici, en détail, des résultats paléontologiques de mes recherches dans les sablières de la banlieue parisienne — j'ai traité cette question avant-hier dans la section de géologie — je me bornerai à les résumer en quelques mots.

Ces recherches ont été faites dans onze sablières de Boulogne-Billancourt, mais trois d'entre elles surtout, situées boulevard de Strasbourg, rue de Billancourt et rue de Silly, m'ont donné d'intéressants et nombreux documents, comme faune et comme industrie.

## A. *Faune*

Les animaux que j'y ai surtout rencontrés sont :

1° Des *Equidés*, dont les restes sont représentés surtout par des dents, quelques ossements, notamment ceux des extrémités antérieures et postérieures;

2° Des *Bovidés*, dont les dents trouvées sont plus rares que les ossements (os des membres et vertèbres);

3° Des *Cervidés*, presque exclusivement représentés par le Renne (*Tarandus rangifer*), et encore ces restes (dents, os et bois) sont-ils fort peu nombreux;

4° Un *Proboscidien : l'Elephas primigenius*, dont j'ai recueilli plusieurs molaires, entières ou brisées, et quelques os;

5° Un *Pachyderme :* le *Rhinoceros tichorhinus*, représenté par un certain nombre de dents; de plus, certain jour du mois de décembre 1902, une tête *entière* avec ses maxillaires supérieur et inférieur a été mise à découvert à trois mètres au-dessous de la surface du sol; malheureusement, je suis arrivé quelques instants après que, sous les efforts de dégagement entrepris par les ouvriers de la sablière, elle leur avait échappé et était tombée d'une hauteur de cinq mètres environ.

J'en ai fait recueillir et en ai recueilli moi-même les débris avec le plus grand soin; mais les os étaient tellement brisés que j'ai dû les abandonner; par contre, les dents ramassées avec la plus grande attention ont pu être par moi, pour la plupart, reconstituées.

6° Je ne dois pas omettre de citer, d'autant plus que ses restes sont très

rarement rencontrés dans les sablières de la banlieue parisienne, l'*Ursus spelæus*, dont j'ai pu avoir deux dents molaires, ainsi que deux fragments de tibia (1).

B. *Industrie*

Quant à l'industrie elle est exclusivement représentée — *une pièce exceptée* — par des silex *taillés*, depuis les pièces les plus rudimentaires du type dit rutélo-mesvinien jusqu'aux instruments les mieux faits et les mieux retouchés, appartenant tous à l'époque paléolithique.

La pièce *exceptée*, pièce exceptionnelle pour ces sablières, est un bel *instrument en os (fig. 1)*, long de $0^m118$, entier et intact; il a été trouvé



FIG. 1. — 1/2 grandeur.

dans une sablière de la rue de Billancourt, à *plusieurs* mètres de profondeur.

Je me bornerai à signaler, en outre, quelques coquillages (genres *Pectunculus*, *Natica*, etc., de nombreux petits Spongiaires connus sous le nom de *Coscinopora globularis* ou de *Tragos* perforés, ainsi que des petites pierres percées, ayant pu servir les uns et les autres d'objets de parure et être portés suspendus comme bijoux ou amulettes.

C. *Flore*

Il s'agit de nombreux échantillons de bois fossiles, dont l'étude sera faite ultérieurement, comme celle que j'ai publiée en 1886-1887, sur les bois que j'avais recueillis quelque temps auparavant, dans diverses carrières de sable des environs de Paris (2).

Tels sont, brièvement résumés, les résultats de dix-huit mois de recherches ininterrompues à Boulogne-Billancourt.

Quant aux deux sablières exploitées actuellement dans Paris même, je les ignorais, je l'avoue, lorsque j'appris par hasard, dans une de mes courses à Boulogne, en décembre dernier (1902), l'ouverture, dans le quinzième arrondissement, au mois d'octobre précédent, d'une carrière sise rue du Hameau, nº 8 (quartier Saint-Lambert). Je m'empressai d'y aller et d'en suivre les travaux, d'autant

(1) Depuis la lecture de ce travail, j'ai eu la bonne fortune de recueillir une mandibule presque entière d'*Hyæna spelæa*, espèce animale des plus rares aussi dans ces sablières. Elle a été trouvée rue de Silly.

(2) Émile RIVIÈRE. — *Bois fossiles trouvés dans les terrains quaternaires du bassin parisien* (Congrès de Nancy, 1886; Association française pour l'Avancement des Sciences).

plus que personne encore (géologues et préhistoriens) ne la connaissait. J'ai d'autant lieu de m'en applaudir que j'y ai fait les très curieuses découvertes qui sont l'objet de cette communication.

La seconde sablière de Paris, que j'étudie aussi et qui m'a fourni quelques bons documents paléontologiques et géologiques, est située à l'extrémité de la rue Lecourbe, non loin des fortifications.

## II

*La Sablière du Hameau*, — c'est ainsi que j'ai cru devoir la désigner, d'après le nom de la rue où elle se trouve, ou mieux le terrain où elle est maintenant en pleine exploitation, pour son sable, ses cailloux et son gravier — a été achetée à la fin de l'été 1902, pour son propre compte, par M. Biabaud, directeur de l'exploitation de plusieurs autres sablières sises à Billancourt.

Le terrain, d'une superficie de 7.800 mètres environ, était alors occupé par un maraîcher, qui y avait son habitation en bordure de la rue du Hameau. Sur les trois autres côtés — ce terrain a la forme d'un grand quadrilatère irrégulier — il est entouré de terrains exploités aussi pour la culture potagère. Il paraît n'avoir été défoncé pour ladite culture que sur une épaisseur peu considérable, c'est-à-dire sur $0^{m}60$ à $0^{m}70$, tandis que la véritable couche sableuse apparaît à $1^{m}40$ environ.

Lorsque j'y allai pour la première fois, au mois de décembre 1902. les travaux d'extraction étaient peu avancés; c'étaient plutôt des travaux d'appropriation pour faciliter l'accès, à la carrière, des tombereaux devant emporter plus tard sable, cailloux et gravier, que que des travaux d'exploitation véritable.

Néanmoins, dès cette époque, je m'y rendais de temps à autre, pour le cas où, par hasard, quelques ossements ou silex y seraient trouvés, bien que la pioche des ouvriers n'arrivât pas encore à la couche dans laquelle on a chance surtout de les rencontrer.

Cependant, depuis la fin du mois de janvier de cette année (1903), je n'y avait fait aucune apparition, lorsque, le lundi 23 février, étant allé voir où en étaient les travaux, j'appris, par le chef du chantier, que l'avant-veille, c'est-à-dire le *samedi 21 février*, les ouvriers avaient mis à découvert et entièrement vidé une sorte de grande poche — en réalité une véritable fosse — creusée jusque dans le sable et contenant un certain nombre de fragments de poteries romaines, les unes noires, les autres rouges, des morceaux de *tegula* et, pièce principale, un vase funéraire *entier* rempli d'osse-

ments humains craquelés et brûlés, mêlés à des matières charbonneuses.

Comme les ouvriers avaient eu soin, conformément à mes instructions et avec l'autorisation du propriétaire du terrain, de mettre de côté, à mon intention, tout ce qu'ils avaient trouvé, je pus reconnaître immédiatement qu'il s'agissait d'une tombe gallo-romaine, d'une sépulture à incinération.

Pensant bien que cette fosse n'était pas unique, je donnai des indications précises pour le cas où de nouvelles découvertes auraient lieu et je retournai à la Sablière du Hameau, le surlendemain 25 février. Bien m'en prit, une nouvelle fosse avait été trouvée la veille et vidée immédiatement de tout ce qu'elle renfermait, lequel *tout* m'avait été réservé également.

La semaine suivante, une troisième fosse — celle-ci beaucoup plus petite — fut mise à découvert. Elle ne renfermait, par exception, que fort peu de chose.

L'existence d'une quatrième fosse ayant été reconnue quelques jours plus tard par les ouvriers, j'obtins qu'elle ne fût ouverte qu'en ma présence, afin de pouvoir me rendre un compte absolument exact de sa disposition et de ce que j'appellerai son *mobilier*.

J'y tenais d'autant plus que certains objets, trouvés dans les premières fosses, m'avaient quelque peu étonné. Ils avaient paru aussi à MM. Héron de Villefosse et Salomon Reinach, à qui je les avais soumis le 13 mars, constituer un fait très curieux, voire même absolument nouveau, en tous cas qui n'avait jamais été signalé auparavant : je veux parler, pour le dire tout de suite, de la découverte *d'os d'animaux gravés de chiffres romains.*

Cette quatrième fosse, reconnue le 17 mars, fut ouverte le lendemain 18. Des pièces analogues y furent trouvées et recueillies *en place* par moi-même.

Leur présence dans un sol non remanié, depuis l'époque où elles y avaient été placées, vint confirmer l'authenticité des premières trouvailles.

C'est alors que je fis à l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, dans la séance du 28 mars, ma première communication sur la découverte que je venais de faire d'une *Nécropole gallo-romaine par incinération dans Paris* (1). J'étais vivement désireux de connaître l'opinion des savants les plus compétents en la matière ; je

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres*, année 1903, p. 142 et suivantes.

tenais aussi à prendre date pour cette découverte en vue des travaux que j'allais poursuivre au Hameau.

Enfin, le 9 avril, les ouvriers mettaient à découvert une cinquième fosse à peine creusée dans le sable, analogue par ses faibles dimensions et par sa pauvreté à la fosse n° 3, ainsi que j'ai pu le constater *de visu* le lendemain 10.

Cinq fosses, toutes creusées dans le sable, furent donc découvertes et fouillées, du 21 février 1903, date de la première trouvaille, au 9 avril, ainsi que, pour le dire dès maintenant, deux petites *poches*, funéraires aussi, qui se distinguaient des fosses véritables, non seulement par leurs dimensions beaucoup moindres, mais encore parce qu'elles étaient creusées seulement dans la terre, non pas dans la terre arable proprement dite, dont l'épaisseur moyenne est de $0^{m}70$, mais dans la couche qui lui est sous-jacente et qui paraît constituer le sol gallo-romain.

Les dites poches renfermaient également, l'une et l'autre, comme les fosses susdites, des ossements humains plus ou moins brûlés et craquelés.

Mais, tandis que dans l'espace de moins de sept semaines — exactement quarante-sept jours — *sept fosses* ou *poches* étaient ainsi successivement découvertes dans la sablière du Hameau, à partir du 10 avril jusqu'au 31 juillet — ma dernière visite à ladite sablière ayant eu lieu samedi dernier 1er août — c'est-à-dire dans l'espace de plus de trois mois et demi, *trois poches funéraires* seulement auraient été mises à découvert, tout au moins à ma connaissance. Je ne compte pas dans ce nombre une sorte de puits ou grande fosse de décharge dont je parlerai tout à l'heure. Et encore ces trouvailles ont-elles eu lieu entre le 10 avril et le 21 juillet (1).

Soit donc en tout, du 21 février à ce jour, dix fosses ou poches funéraires (2) plus une fosse de décharge, qui m'ont été signalées, dont j'ai constaté l'existence, qui ont été entièrement vidées de leur contenu et qu'il me reste maintenant à décrire avec le mobilier de chacune d'elles.

(1) J'ajoute aujourd'hui, 20 février 1904, que depuis ma communication au Congrès d'Angers, *plus rien n'aurait été trouvé*, en tous cas plus rien, ne m'a été signalé, pas un objet intéressant ne m'a été remis, à l'exception d'une brique et de deux os gravés de chiffres. Et à mes visites, qu'elles soient répétées ou éloignées, les ouvriers me répondent invariablement *qu'on ne trouve plus rien...*, quoiqu'ils sachent très bien que je n'en crois pas un mot, en raison des procédés de certaines personnalités sur lesquelles j'ai été forcé, à plusieurs reprises, d'appeler l'attention de M. le Préfet de la Seine, procédés et personnalités que je me réserve de faire connaître au moment voulu.

(2) Cinq fosses et cinq poches ; la dernière de celles-ci remonte au 21 juillet 1903, c'est-à-dire à il y a une quinzaine de jours.

J'ajoute — pour le dire tout de suite — que, en dehors de ces cavités et non loin des dernières reconnues, deux squelettes humains ont été trouvés, non plus dans le sable, mais dans la terre surmontant la couche sableuse.

## III

### FOSSES ET POCHES FUNÉRAIRES

### *A. — Fosses*

Ces fosses sont donc au nombre de cinq et, pour leur description, je les désignerai par les numéros 1, 2, 3, 4 et 5, non pas d'après leur situation dans la sablière, mais bien d'après l'ordre dans lequel elles ont été trouvées. Elles sont de formes et de dimensions différentes.

*A.* — La fosse n° 1, la première trouvée, est la plus éloignée de l'entrée de la carrière (95 mètres environ). Sa longueur est de 1ᵐ70, sa largeur de 0ᵐ82; elle a été creusée dans le sable sur une profondeur de 0ᵐ50. Le fond de la fosse, sur lequel reposait l'objet principal qui y a été découvert, se trouve, par suite, à 1ᵐ90 de la surface du sol, l'épaisseur des terres qui recouvrent la couche sableuse étant en moyenne de 1ᵐ40.

Cet objet principal est un beau vase funéraire gallo-romain (*fig.* 2) en terre noire assez fine, haut de 0ᵐ12, dont l'ouverture mesure 0ᵐ20 de



Fig. 2. — 1/4 de grandeur.

diamètre et le fond 0ᵐ07. Il était rempli d'ossements humains très menus et plus ou moins brûlés, comme le démontrent les nombreuses craquelures de certains d'entre eux. Néanmoins il m'a été facile encore de reconnaître parmi eux un certain nombre de fragments du crâne, une partie

de l'un des orbites, l'extrémité inférieure d'un petit cubitus avec son apophyse styloïde, des fragments de côtes, etc., toutes pièces osseuses provenant d'un jeune sujet et mêlées à de la cendre, à des matières charbonneuses et à une terre sableuse de teinte gris brun foncé et très fine.

Un petit morceau de la voûte crânienne offre, sur sa face externe, une coloration verte très prononcée, comme s'il avait été longtemps en contact avec du cuivre ou du bronze. Cependant aucune pièce de monnaie, aucun objet de métal n'ont été trouvés dans cette fosse, ni dans le vase qu'elle renfermait, du moins d'après ce que les ouvriers de la carrière m'ont affirmé.

Je dois ajouter que plusieurs des petits ossements humains présentent des traits plus ou moins nombreux qui, au premier abord, pourraient être pris pour des gravures. Mais un examen quelque peu attentif conduit tout de suite à considérer ces pseudo-entailles comme une sorte de craquelage produit par l'action du feu, c'est-à-dire l'incinération.

Si j'insiste sur ce fait, c'est en raison même de la série d'ossements réellement gravés, intentionnellement ceux-là, par la main de l'homme, tous ossements d'animaux divers qui constituent la partie vraiment curieuse, vraiment originale, des découvertes faites dans la sablière de la rue du Hameau.

Ce vase funéraire, que les ouvriers ont malheureusement brisé en de nombreux morceaux, en le découvrant, mais que je suis parvenu à reconstituer presque en son entier, reposait immédiatement sur le sol et était recouvert par une pierre plate rectangulaire de grandes dimensions. Une seconde pierre, plate aussi, mais beaucoup moins grande, a été rencontrée un peu plus loin dans cette même fosse n° 1.

Enfin dans la terre mélangée d'un sable très fin et très abondant, surtout dans la partie la plus profonde, qui remplissait la fosse, les ouvriers ont trouvé et m'ont remis :

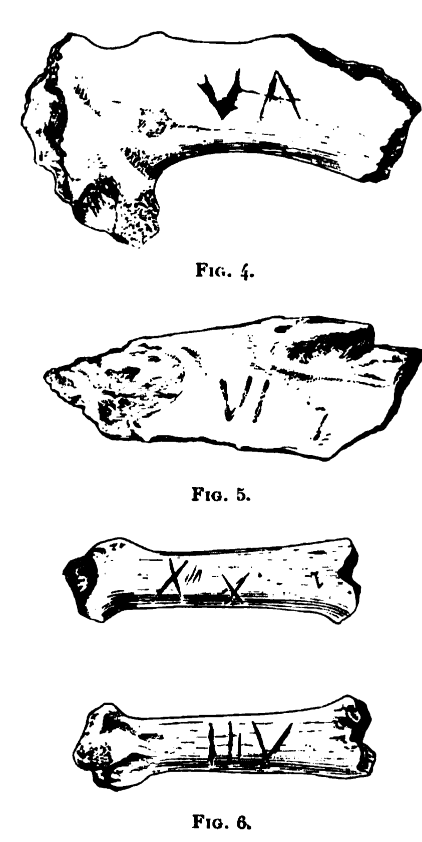
1° Des morceaux d'autres poteries romaines, notamment : *a)* la moitié d'une jolie petite coupe cassée dans son temps, d'un très beau rouge, (poterie dite samienne), sans aucune ornementation, mais avec et à l'intérieur sa marque de potier PVGNIM. Elle mesure 0m036 de hauteur; *b)* un fragment de vase en poterie également rouge et très fine, poterie samienne aussi, mais d'assez grandes dimensions et dont la face externe est ornée de dessins en relief, qui représentent des personnages séparés les uns des autres par des palmiers, lesquels sont surmontés de petits médaillons avec une sorte de cigogne au centre (*fig. 3*).



FIG. 3. — 1/2 grandeur.

2° Plusieurs morceaux de *tegula* romaines brisées, sans aucune marque.

3° Quelques os d'animaux brisés, trouvés çà et là, que j'avais emportés à seule fin de déterminer les espèces dont ils proviennent. Or, quelle ne fut pas ma surprise, lorsque, après les avoir lavés, j'aperçus, sur *trois* d'entre eux, des traits gravés *autrefois* très distinctement et représentant des *chiffres romains* (1). Le premier est l'apophyse transverse d'une vertèbre lombaire de Bovidé (*fig. 4*) portant deux chiffres 5, sur la même face de l'os, l'un droit (V), l'autre renversé (Λ). Le second, sur lequel on lit le chiffre 6 (VI), est un fragment de côte de Ruminant (*fig. 5*); le troisième (*fig. 6*) est un métatarsien de jeune Porcin (*Sus scrofa*). qui présente aussi des chiffres sur deux de ses trois faces : sur la face B, des chiffres dits *en miroir* (IIIV), c'est-à-dire renversés, donnant le nombre *huit;* sur la face A, des chiffres représentant le nombre *vingt* (XX).


FIG. 4.
FIG. 5.
FIG. 6.

On sait que les chiffres dits *en miroir* sont ainsi nommés parce qu'ils sont représentés tels qu'on les verrait par réflexion dans une glace ou miroir. Ils ont été signalés pour la première fois, si je ne me trompe, par l'abbé Baudry, en 1873, non pas sur des os, — car ceux de notre nécropole sont jusqu'à présent un fait *unique* — mais seulement sur des poteries provenant des puits funéraires du Bernard, dans la Vendée (2).

*B.* — La seconde fosse a été reconnue et fouillée le 24 février, soit trois jours après l'ouverture de la première. Elle est située à $6^m90$ en avant de la fosse n° 1 et à droite. Sa forme est irrégulièrement oblongue, sa longueur est de $2^m20$, sa largeur de $1^m20$ et sa profondeur *dans le sable* de $0^m80$. Elle était remplie, comme la précédente, d'un mélange de terre et de sable fin. Les ouvriers y ont ramassé :

(1) Les dessins d'ossements qui accompagnent la notice de l'Auteur ne sont pas des reproductions des os eux-mêmes, avec leurs caractères anatomiques, mais bien plutôt des schémas ayant pour but de montrer seulement les chiffres ou les lettres dont ils ont été gravés à l'époque romaine.

(2) BAUDRY et BALLEREAU. — *Puits funéraires gallo-romains du Bernard (Vendée).* La Roche-sur-Yon, 1873.

1° De nombreux morceaux de poteries romaines noires et trois morceaux de poteries rouges, sans caractère particulier;

2° Un curieux vase de la même époque, dont la couverte, seule, est noire; il est malheureusement brisé en un grand nombre de morceaux et affecte la forme d'une bouteille, dont la hauteur ne devait pas être moindre de 45 à 50 centimètres; je n'ai pu la reconstituer qu'en partie et avec de grandes difficultés, vu le nombre des morceaux perdus et broyés dans le travail des fouilles. Le col de ladite bouteille est de $0^{m}20$ de longueur — et il n'est pas entier; — son diamètre le plus petit est de $0^{m}05$; quant au fond — entier — son diamètre est de $0^{m}09$;

3° Une petite coupe en terre noire presque entière (*fig. 7*); le bord, à peu près seul, fait défaut; son plus grand diamètre mesure 11 centimètres;



Fig. 7. — 1/2 grandeur.

4° Quatre fonds de vase en terre de même couleur, plus un certain nombre de bords d'autres poteries, toutes noires aussi;

5° Des morceaux de *tegula* romaines brisées (1), sans aucune marque de potier; mais l'une d'elles (*fig. 8*) porte le chiffre *dix*, très bien gravé (X); sur un morceau de brique de la même époque se trouve le chiffre *cinq* (V), déjà signalé sur certains ossements de la fosse n° 1;

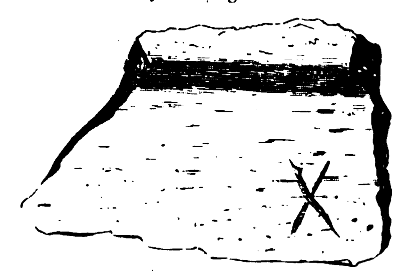


Fig. 8. — 1/3 grandeur.

6° Enfin, dans cette même fosse n° 2, ou dans la terre sableuse l'environnant, plusieurs os gravés de chiffres romains ont été trouvés, à savoir :

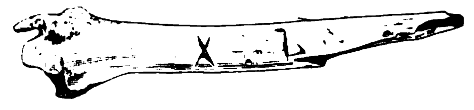


Fig. 9. — 1/2 grandeur.

*a)* L'extrémité inférieure d'un tibia de Chevreuil (*Cervus capreolus*) (*fig. 9*) avec une partie de sa diaphyse, sur laquelle on aperçoit deux chiffres qui, n'étant la distance qui les sépare, signifieraient le nombre *quarante* (XL);

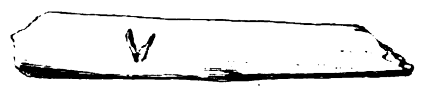


Fig. 10.

*b)* Un fragment de côte de Ruminant (*fig 10*), long de $0^{m}103$, portant le chiffre *cinq* (V);

(1) Je n'en ai jamais trouvé une seule qui fût entière, du moins jusqu'à présent, dans la nécropole du Hameau.

*c)* Un second fragment de côte d'un autre animal indéterminable, sur lequel on retrouve le chiffre *dix* (X);

*d)* Un fragment de diaphyse osseuse, fendue longitudinalement, sur laquelle (*fig. 11*) on reconnaît d'abord le nombre *six* (VI), puis, comme graffiti, une sorte de crochet mal fait;

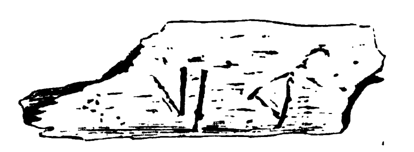


FIG. 11.

*e)* Un fragment de côte de Ruminant (*fig. 12*), sur lequel on voit le nombre *deux* (II).

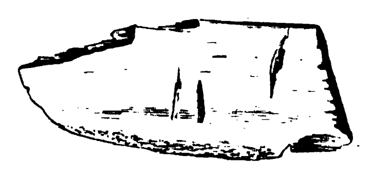


FIG. 12.

*C.* — La troisième fosse a été mise à découvert dans les premiers jours du mois de mars. N'en ayant pas été prévenu, je n'ai pu assister à la fouille qui y a été pratiquée.

Située à $6^m40$ en avant et à droite aussi de la fosse n° 1, elle se trouve en arrière de la fosse n° 2, dont elle est distante de $0^m50$ environ. Elle est toute petite relativement aux deux premières, mesurant seulement $1^m05$ de longueur, sur $0^m50$ à peine de largeur. Elle est creusée très peu profondément ($0^m28$). Cette fosse n'a donné que quelques bouts d'os brûlés, des morceaux de poteries noires, deux petits morceaux de poteries rouges et quelques fragments de tuiles romaines; aucun de ces objets ne présentait la moindre particularité intéressante.

*D.* — Quant à la quatrième fosse, elle a été pour moi la plus importante, en ce sens que, averti assez à temps de sa découverte, comme je l'ai dit en commençant, j'ai pu assister à sa fouille complète.

Elle a été creusée, à droite et à $10^m80$ de la fosse n° 1, à droite aussi et à $10^m30$ de la fosse n° 3, soit à 95 mètres de l'entrée de la carrière, comme la fosse n° 1. Sa forme est presque rectangulaire, ses dimensions sont de $1^m58$ de longueur, sur $1^m43$ de largeur; enfin, sa profondeur dans le sable est de $0^m41$. Elle était remplie, comme les trois premières, d'un mélange de terre et de sable de même aspect que dans celles-ci.

Ici, de même que dans les fosses 2 et 3, pas de vase funéraire renfermant des ossements humains plus ou moins incinérés, bien que j'y aie trouvé deux pierres plates en calcaire grossier, analogues, quoique plus petites, à celle qui recouvrait le vase funéraire de la fosse n° 1. Le seul débris humain que j'y aie rencontré est la partie moyenne d'un cubitus, mesurant $0^m12$ de longueur et plus voisin de la tête de l'os que de son extrémité inférieure, ayant appartenu à un sujet adulte. Il n'avait pas subi l'action du feu, il ne présentait aucune trace de ces craquelages que j'ai constatés sur les os brûlés du vase funéraire de la première fosse et sur ceux des petites poches dont je parlerai plus loin.

Je n'ai trouvé ici, non plus, aucun vase romain rouge ou noir, même brisé, mais seulement quelques petits fragments de poteries gallo-romaines.

Par contre, j'y ai recueilli moi-même et *en place*, de telle sorte que je

ne saurais avoir de doute sur leur ancienneté, c'est-à-dire sur leur contemporanéité avec les poteries et les *tegula* romaines, les objets suivants :

1° L'extrémité supérieure d'un tibia droit (avec son extrémité articulaire soudée au corps de l'os), mesurant 0m085 de longueur, de jeune chevreuil *(Cervus capreolus)*, profondément gravé *(fig. 13)* sur l'une des faces de l'os, du chiffre *dix* (X);

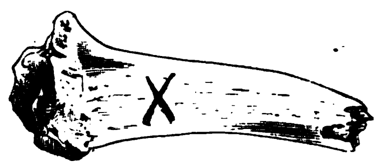


Fig. 13.

2° Un fragment de diaphyse osseuse en partie fendu par un trait de scie longitudinal, long de 0m093 et portant gravés sur sa face externe, non plus des chiffres, comme les autres os que je viens de décrire, mais des traits en zigzag, formant des chevrons irréguliers un peu frustes, qui occupent presque toute la longueur de l'os. Ils présentent une certaine analogie avec quelques gravures préhistoriques sur os;



Fig. 14.

3° Deux petits fragments de briques rouges *(fig. 14 et 15)*, longs tous les deux de 0m05 et tous deux aussi portant la même marque, les mêmes chiffres, très profondément gravés et représentant le nombre *neuf* ou le nombre *onze*, selon le sens dans lequel on les regarde (IX—XI);

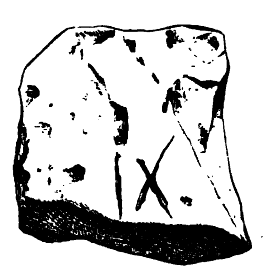


Fig. 15.

4° Un certain nombre de morceaux de *tegula;* sur l'un d'eux, j'ai trouvé gravé, assez superficiellement et tout près du rebord *(fig. 16)* non plus un chiffre, comme sur les briques ci-dessus, mais une lettre A. Je ne saurais la considérer comme une marque de potier — car elle est postérieure à la fabrication de la *tegula* — quoiqu'il ne me soit pas possible d'en donner la signification.



Fig. 16.

Tel était le contenu de la fosse n° 4, qui a été, je le répète, entièrement vidée en ma présence, avec le plus grand soin et dont la terre sableuse a été revue et examinée par moi, avec la plus grande attention, après son extraction.

*E.* — La cinquième fosse est située à 0m50 en avant et un peu à droite de la fosse n° 4, c'est-à-dire à 94 mètres environ de la porte de la sablière. Elle est de forme à peu près circulaire; sa profondeur dans le sable est de 0m30 au centre, son diamètre mesure 0m45 à 0m50. Elle a été reconnue et

fouillée le 9 avril 1903, mais les trouvailles qui y ont été faites sont à peu près nulles : pas de vase funéraire entier ou brisé, pas d'ossements humains, mais seulement quelques os d'animaux sans la moindre marque, quelques fragments de poteries romaines et des morceaux de *tegula* sans chiffre aucun, ni lettre.

Quant à la fosse ou puits de décharge, elle a été mise à découvert le 23 avril et vidée *en partie* par les ouvriers, mais sa profondeur dépassait la couche de sable qu'ils débarrassaient de la terre la recouvrant, pour la préparation du terrain à exploiter; ils la remblayèrent provisoirement le 5 mai, pour ne pas entraver les travaux de la carrière, et c'est dans le courant du mois de juin seulement qu'ils la vidèrent complètement (1).

Cette fosse n'avait rien de funéraire, mais, véritable puits de décharge, elle a été creusée profondément dans le sable, à une époque que je ne saurais indiquer, contrairement à ce que j'avais cru tout d'abord et dit dans une de mes premières communications sur la nécropole du Hameau (2). Plus large à l'ouverture que dans le fond et irrégulièrement circulaire, ses dimensions étaient les suivantes dans la partie primitivement fouillée : ouverture, diamètre le plus grand $2^{m}10$, diamètre le plus petit $1^{m}85$; diamètre du fond $1^{m}70$; hauteur ou profondeur $3^{m}10$. Sa distance de l'entrée de la carrière est de $77^{m}50$.

Cette fosse, dans la partie que j'ai piochée *moi-même* à plusieurs reprises, c'est-à-dire à l'orifice pour ainsi dire, ne renfermait absolument que des morceaux de *tegula*, généralement de petites dimensions et en si grand nombre que la terre dans laquelle ils se trouvaient en était comme pétrie, morceaux accompagnés de quelques débris de vases noirs gallo-romains plus ou moins épais, d'un petit morceau de poterie rouge samienne et de cailloux roulés de diverses grosseurs.

Je n'y ai pas trouvé, non plus que les ouvriers, soit dans leurs premières fouilles, soit dans celles du mois de juin, d'ossements humains ni d'os d'animaux (3).

Quant aux morceaux de *tegula* aussi nombreux dans la partie supérieure qu'ils étaient rares au-dessous, plusieurs étaient gravés de chiffres romains, analogues à ceux dont j'ai déjà parlé et parmi lesquels prédominent le V et X.

Les fouilles reprises au mois de juin dans cette fosse (4) ont donné, en outre de quelques *tegula* brisées, de pierres meulières et autres :

1° Deux grandes pierres prismatiques, à quatre pans, ayant la forme de bornes plates, l'une haute de $0^{m}64$, large à sa base de $0^{m}42$ et épaisse de $0^{m}10$; l'autre, haute de $0^{m}69$, large de $0^{m}33$ et d'une épaisseur maximum de $0^{m}13$;

(1) Ou, du moins, ils crurent être parvenus au fond; mais ils se sont aperçu, au mois de décembre dernier (1903), dans les travaux de la sablière, qu'elle descendait plus profondément.

(2) *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*, Ve série, t. IV, p. 293, année 1903.

(3) C'est au mois de décembre seulement et dans la partie la plus profonde, que des ossements ont été trouvés, notamment plusieurs crânes, en partie brisés, de Bovidés.

(4) Quelques coups de pioche y furent donnés, le 8 mai, en présence de deux de mes collègues de la Société des Amis des Monuments parisiens : MM. Augé de Lassus et Davoust, que j'avais invités à venir visiter la nécropole du Hameau.

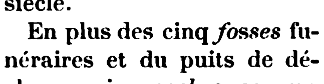
2° Une très belle meule romaine en pierre meulière, percée au centre d'un trou qui la traverse complètement ; son diamètre est de $0^{m}48$, son épaisseur est de $0^{m}09$. Elle est en parfait état de conservation ; elle a été trouvée le 23 juin ;

3° Un poids de bateau ou de filet en pierre de forme prismatique, haut de $0^{m}22$ et percé à son sommet d'un trou de suspension ;

4° Un bronze romain (*fig. 17*) à l'effigie de l'empereur Adrien (HADRIANUS), qui régnait, comme on le sait, de 112 à 138. Il me permet, sinon de dater exactement la nécropole du Hameau, tout au moins de dire qu'elle n'est pas antérieure au deuxième siècle.




Fig. 17.



En plus des cinq *fosses* funéraires et du puits de décharge, cinq *poches*, comme je l'ai dit en commençant, funéraires aussi, ont été trouvées dans la sablière du Hameau.

Les deux premières ont été découvertes le 17 mars et reconnues par moi le lendemain 18, elles n'étaient pas creusées dans le sable, qu'elles n'ont pas entamé, mais dans la terre seule, ou mieux dans le sol gallo-romain.

Funéraires toutes deux, comme les fosses proprement dites, dont elles se distinguent surtout et par leurs dimensions beaucoup plus petites et par le milieu dans lequel elles ont été creusées, elles renfermaient, ainsi que j'ai pu le constater de *visu*, un petit amas d'os humains extrêmement menus, craquelés et brûlés comme ceux qui étaient contenus dans le vase funéraire de la fosse n° 1. Mais ils se trouvaient à même le sol et mêlés à quelques matières charbonneuses, c'est-à-dire en dehors du vase dans lequel ils avaient dû être enfermés, car leur amas en reproduisait le moule intérieur. Quant aux vases eux-mêmes, je n'en ai retrouvé aucune trace, ils avaient disparu.

Chacun de ces amas était recouvert : l'un, d'*une* pierre plate, sorte de dalle de grandes dimensions ($0^{m},63$ de longueur, sur $0^{m},42$ de largeur et $0^{m},13$ d'épaisseur); l'autre, de *deux* pierres plus petites, mais plates aussi.

Dans ces deux poches, situées à $3^{m},50$ environ l'une de l'autre et qui se trouvaient aussi, l'une à 3 mètres, l'autre à $2^{m},90$ de la fosse n° 4, des fragments de poteries rouges et noires, tous très petits, ont été rencontrés ainsi que des morceaux de *tegula*. Sur l'un de ces derniers (*fig. 18*) on aperçoit, gravés près du rebord de la tuile, un nouveau chiffre en *miroir*, un cinq renversé (Λ),

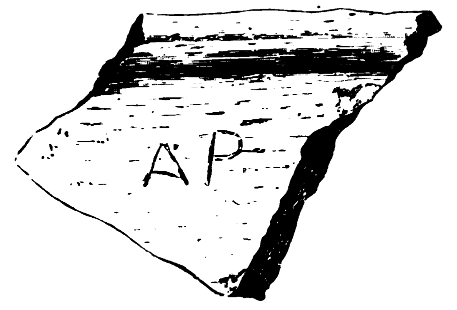


Fig. 18. — 1/3 grandeur.

à moins que ce ne soit la lettre A, mal faite, sans que je puisse cependant l'affirmer, tant elle est fruste et effacée, puis la lettre P, celle-ci droite et bien gravée.

La troisième *poche* a été trouvée le 16 avril; elle est située à $19^m,40$ en avant et à droite de la *fosse* n° 2 et à $13^m,50$ également en avant de la *fosse* n° 5.

Elle ne renfermait aucun vase, mais seulement des morceaux de poteries, dont un petit fragment noir en terre fine avec dessins en relief. Elle contenait aussi des ossements humains, les uns brûlés, les autres simplement noircis par l'action du feu, dont une portion d'occipital. Ces restes humains, comme dans les deux premières poches, formaient une sorte d'amas de même couleur que le milieu où ils se trouvaient, mais plus dur et plus compact et recouvert par une grosse pierre plate.

Quant à la *poche* n° 4, elle a été reconnue et fouillée dans la matinée du 13 mai. Creusée à un peu plus d'un mètre au-dessous du niveau du sol, elle contenait un vase funéraire en poterie grossière, à pâte siliceuse, analogue à certains vases gaulois, offrant même quelque analogie avec des vases préhistoriques. Il renfermait, au milieu d'un mélange de terre et de sable, de nombreux ossements humains brûlés. Il fut maladroitement brisé dans la découverte, comme les précédents, en un grand nombre de fragments, que je me suis efforcé de recueillir pour, si possible, le reconstituer. Malheureusement trop de morceaux me manquaient pour y parvenir (1).

Enfin, le 21 juillet, une cinquième *poche* dans laquelle se trouvait un vase, gaulois comme celui de la poche n° 4, mais de plus grandes dimensions, était mise à découvert non loin de cette poche. Ce vase, qui tombait également en morceaux pendant qu'on cherchait à l'enlever, contenait aussi des ossements humains brûlés et craquelés. Sa pâte est non moins grossière que celle du vase de la poche n° 4; elle est également siliceuse, épaisse; quant aux morceaux brisés moins menus, ils m'ont permis de refaire le vase, sinon en son entier, du moins en assez grande partie pour en reconnaître la forme, le bord excepté dont aucun fragment n'a pu être retrouvé (*fig. 19*). Il mesure, tel qu'il est (c'est-à-dire incomplet), $0^m,21$ de hauteur; son ouverture a $0^m,20$ de diamètre et le fond $0^m,13$.



Fig. 19. — 1/4 grandeur.

(1) C'est à cette découverte que M. Charles Sellier a fait allusion dans la séance du 14 mai de la Commission du Vieux Paris (*Bulletin municipal officiel* du mercredi 29 juillet 1903).

Deux os gravés, dont un métacarpien d'Équidé, presque entier, sur lequel on aperçoit le chiffre *dix* (X), ont été trouvés à côté du dit vase, ainsi qu'un morceau de *tegula* et quelques autres os d'animaux, mais ceux-ci dépourvus de toute marque ou gravure (1).

Je dois ajouter que, en dehors des dix *fosses* et *poches* qui renfermaient les ossements incinérés de plusieurs sujets et que je viens de décrire, deux squelettes humains, en assez mauvais état d'ailleurs, brisés qu'ils ont été par la pioche des ouvriers, et dont j'ai essayé de sauver le plus de débris possible pour les reconstituer prochainement, en partie bien entendu, vu le nombre de pièces osseuses manquant, ont été trouvés, non plus dans le sable, mais dans la terre même et au-dessus de la couche gallo-romaine. Les os n'ont en *rien* subi l'action du feu. De plus, aucun objet, quel qu'il soit, n'a été trouvé, soit avec les squelettes, soit dans leur voisinage immédiat, permettant de dater l'époque à laquelle vivaient les individus dont ils sont les restes. Quant à leur étude, au point de vue anatomique, leur découverte est trop récente pour que j'aie pu m'y livrer encore.

Telles sont les découvertes que j'ai faites du 21 février 1903 à ce jour 3 août, ou mieux au 31 juillet, jour de ma dernière exploration à la Sablière du Hameau, en ce qui concerne les fosses, poches et squelettes humains, c'est-à-dire en l'espace de cinq mois.

Mais, en dehors de ces tombes, si je peux m'exprimer ainsi, en dehors aussi du puits ou fosse de décharge, différents objets ont été trouvés par les ouvriers dans les travaux de terrassement nécessités pour la mise à découvert des sables quaternaires exploités, objets que je ne dois pas omettre de signaler, les uns appartenant aussi à l'époque gallo-romaine, les autres à des époques beaucoup moins anciennes.

A. *Époque gallo-romaine.* — Ceux-ci ont été rencontrés, soit en dehors des fosses ou des poches, soit dans le sol gallo-romain, voire même dans la terre végétale à une assez grande profondeur; ce sont plusieurs os d'animaux autres que ceux que j'ai déjà décrits et, comme eux, gravés de chiffres. Je citerai notamment :

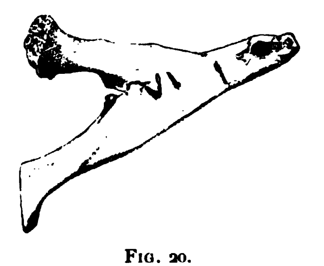


FIG. 20.

1° Un os iliaque droit de Chevreuil *(Cervus capreolus)* portant sur la face externe de la cavité cotyloïde, d'abord les chiffres *cinq* et *un*, puis plus loin un autre *un*, soit donc le

(1) Cette cinquième poche est la dernière trouvée dans la sablière du Hameau, *du moins à ma connaissance*. Il en est de même des vases ou fragments de vases gallo-romains ou gaulois, des *tegula* et des os *gravés* décrits ci-dessus. Aucune autre trouvaille, m'a-t-on affirmé, *n'aurait* été faite, quoique les travaux de déblais et de fouilles n'aient pas été interrompus un seul jour depuis le 31 juillet jusqu'à ce jour. J'avoue que le fait me paraît plus que bizarre ; pour ne pas dire davantage et *pour cause*, surtout en raison de certains agissements sur lesquels je ne veux pas insister ici. *(Bulletin municipal officiel* de février 1904. — Commission du Vieux Paris, séance du jeudi 12 novembre 1903.)

nombre *six* (VI) ou le nombre *sept* (VII). L'outil, en gravant le *cinq*, a même perforé l'os, d'ailleurs très mince en cet endroit, et pénétré dans la cavité cotyloïde, cavité d'articulation du fémur avec l'os du bassin *(fig. 20)*;

2° Un métatarsien de Chevreuil *(Cervus capreolus) (fig. 21)* présentant, aussi gravé, mais un peu moins profondément, le nombre *trois* (III);



FIG. 21.

3° Un fragment d'os du bassin (?) d'un grand Ruminant (probablement un Bovidé) sur lequel on remarque encore un *cinq* (V), puis une sorte de triangle presque équilatéral, dont les traits sont gravés plus ou moins profondément;

4° Un métatarsien non épiphysé d'un jeune Ruminant de la taille d'un Bovidé, gravé du chiffre *dix* (X);

5° Une petite lame d'ivoire *(fig. 22)* longue de $0^m,055$, large de $0^m,008$, offrant une teinte vert foncé; elle présente deux faces :





FIG. 22. — 2/3 grandeur.

*a)* L'une bombée, convexe, sur laquelle on remarque six séries de traits profondément creusés, tous parallèles et dirigés *perpendiculairement* d'un bord à l'autre. Chaque série est séparée de la série voisine par un espace lisse de même largeur; la première ne comprend qu'un seul trait, la seconde quatre traits, la troisième cinq et les trois autres deux traits chacune; soit seize traits en tout;

*b)* L'autre face, plane, sciée très régulièrement, est parcourue aussi par de très nombreux traits gravés superficiellement, à peu près parallèles entre eux, quoique dirigés *obliquement*, d'un bord à l'autre.

Enfin, des deux bords de cet ivoire, l'un est mince, tranchant pour ainsi dire; il est légèrement entaillé par les traits gravés sur la face convexe; l'autre est épais de $0^m,003$. Il semble que cette pièce soit une taille, comme celle des boulangers, ou une marque de chasse. Elle est représentée ici, en grandeur naturelle.

Le Dr Marcel Baudouin, à qui je l'ai montrée, l'a comparée à ce qu'en Vendée on appelle la *coche des boulangers* (1); en tous cas, comme moi, il considère cette lame comme un objet portant certainement des *encoches de numération*;

6° Une charnière en os — cylindre percé de plusieurs trous, qu'on a longtemps regardé comme une sorte de sifflet — ornée à ses deux extrémités d'une série de trois traits circulaires. Elle est malheureusement incomplète.

(1) Elle est encore en usage dans les campagnes, voire même dans certains quartiers de Paris.

Dans le même milieu j'ai rencontré :

1° Non loin de la fosse n° 1, un poids de filet *(fig. 23)* en pierre calcaire assez tendre, de forme ovoïde, mesurant 0m,16 de hauteur et de 0m.09 à 0m,10 dans sa plus grande épaisseur. Il est percé d'un trou de suspension, près de son extrémité la plus petite. La perforation a été faite sucessivement à droite et à gauche, jusqu'à ce que les deux trous se rejoignent. Il en a été de même pour le poids de filet ou de bateau dont j'ai parlé tout à l'heure et qui a été trouvé dans le puits de décharge. Ce dernier diffère du précédent par sa forme prismatique, par ses six faces — quatre latérales, à peu près de même grandeur, 0m,13 à 0m,14 ; une face inférieure de 0m,13 également et une face supérieure de 0m,06 — et par sa hauteur qui n'est pas moindre de 0m,22.

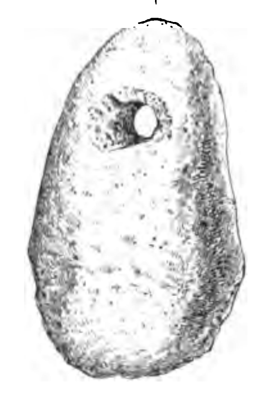


FIG. 23. — 1/4 grandeur.

2° Un petit cube en pierre, dont l'une des faces, extrêmement usée, indique qu'il a dû servir de meule ou de broyon ;

3° Une molette en granit blanc, tiquetée de noir, brisée, dont le fragment, de forme oblongue, mesure 0m,15 de long sur 0m,11 d'épaisseur ; la face supérieure est convexe et sa face inférieure plane et aussi très usée par le frottement. Cette molette a été trouvée le 20 mai ;

4° Un fragment de meule, de dimensions relativement petites, avec une partie du trou central ;

5° Une jolie coupe en terre rouge, dite samienne, de forme élégante, au bord recourbé en dehors, parcouru par une guirlande de lotus. La pièce est malheureusement incomplète. Elle ne porte aucune marque de potier. Haute de 0m 05 seulement, son plus grand diamètre mesure 0m 13, son plus petit (diamètre du pied) 0m 05 ;

6° Une vingtaine de fragments de poteries également rouges, samiennes, plus ou moins décorées ;

7° Un petit fragment de poterie très fine, à couverte rouge, très curieux par les pastilles gris-jaunâtre, en relief, larges de 0m 02 sur 0m 017 qui le décorent, pastilles qui présentent aussi un pointillé en relief non moins curieux *(fig. 24)* ;



FIG. 24. — 1/2 grandeur.

8° Un fond de vase en poterie noire également fine, percé de nombreux trous, irrégulièrement disposés, qui le traversent complètement *(fig. 25)*. Ce fond de vase présente une certaine analogie avec un fragment de vase un peu plus grand trouvé



FIG. 25.

le 30 octobre 1873 par M. Frédéric Moreau dans une sépulture gauloise, dans une fosse à incinération, sise à 1m 50 de profondeur. Cette sépulture dépendait de la Nécropole de Caranda, célèbre par les innombrables découvertes qui y ont été faites et située au lieu dit l'Hommée, sur le territoire de Cierges, à 10 kilomètres de la ville de Fère-en-Tardenois (Aisne).

Sous le nom de passoire, le fragment de vase de M. F. Moreau a été figuré sur la planche XXXIX de son *Album de Caranda*. Il est en terre grossière, gris jaunâtre, très épaisse; ses trous sont beaucoup plus larges et plus espacés aussi que ceux de la passoire du Hameau. La fosse à incinération, qui le renfermait, contenait deux anses de vases gaulois, un fragment de cuiller et un très petit vase en terre également et de même teinte que la passoire.

9° Plusieurs vases — tous incomplets, plus ou moins brisés — en poterie noire, généralement fine, et de nombreux fragments, dont quelques-uns sont ornés de dessins. Ces morceaux (bords, fonds de vases et autres) se rapportant à une cinquantaine au moins de pots différents, mais tous appartenant à la même époque;

10° Un certain nombre d'autres morceaux de poteries différentes, tels que des fragments d'amphores et autres;

11° De très nombreux fragments de *tegula*, dont plusieurs sont marqués aussi de chiffres romains. Mais certains chiffres, après lavage, paraissaient tellement frais qu'ils *semblaient* gravés de la veille; plusieurs ossements m'ont présenté cette même particularité.

B. *Époques diverses.* — Parmi les objets n'appartenant pas à l'époque romaine, mais trouvés dans la couche arable, je citerai :

1° Des morceaux de poteries, les unes — les plus nombreuses — en grès, décorées de flammées rouges, droites ou parfois entrecroisées (XIIIe siècle); les autres, vernissées, dont quelques-unes avec ornements en relief (XVe siècle);

2° Un petit godet ou lampe en grès, entier et intact (*fig. 26*), du XIVe ou XVe siècle;



FIG. 26. — 1/2 grandeur.

3° Une jolie coupe, assez fine, en grès, également entière aussi (*fig. 27*) et de la même époque;

4° Plusieurs pièces de monnaies et jetons frappés sous les règnes de Louis XIII, Louis XIV, Louis XV, etc.

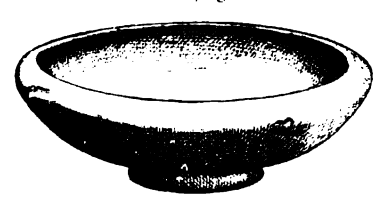


FIG. 27. — 1/2 grandeur.

C. *Époque quaternaire.* — Quant aux couches quaternaires de la Sablière, elles ne m'ont donné jusqu'à présent — et j'en suis d'autant plus surpris que les ouvriers ont commencé à attaquer, dans leurs travaux d'exploitation, la couche où, dans une carrière voisine, on rencontre de nombreux os d'animaux et silex quaternaires — elles ne m'ont donné, dis-je, qu'une très belle hache moustérienne, quelques rares silex taillés, un bois de Cervidé, quelques

fragments osseux et une coquille de *Pectunculus* percée d'un trou au niveau de sa charnière, pour être portée suspendue comme bijou ou amulette.

En résumé, les découvertes appartenant à l'époque gallo-romaine, qui ont été faites dans la Nécropole par incinération du Hameau, consistent en :

1° Cinq fosses et cinq poches funéraires avec vases et ossements humains brûlés;

2° Une trentaine d'os d'animaux (Cheval, Porc ou Sanglier, Bœuf et Chevreuil) gravés de chiffres romains. Les nombres représentés sont I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, X, XI, XX, XL; les plus souvent gravés sont le V et le X; enfin, quelques-uns d'entre eux sont des *nombres en miroir*;

3° Deux morceaux de brique rouge marqués des nombres IX et XI;

4° Quarante-et-un morceaux de *tegula* gravés, dont trente-cinq marqués de chiffres romains certainement *anciens*, 4 de chiffres d'*apparence* fraîche, récente, et 2 marqués de lettres : l'une de la lettre A, l'autre des deux lettres A et P séparées par un certain intervalle. Enfin, les nombres représentés sur ces *tegula* sont : II, III, V, VI, X, et XI, parmi lesquels le V est représenté *neuf* fois et le nombre X, *vingt-trois* fois.

Tels sont les résultats de mes recherches dans la Nécropole gallo-romaine du Hameau, du 21 février au 31 juillet 1903, que je désirais présenter aux sections réunies d'Anthropologie et d'Archéologie.

J'appellerai surtout votre attention, en terminant, sur les *tegula* et plus particulièrement encore sur les ossements d'animaux gravés de chiffres romains. Ils constituent un fait *unique* jusqu'à présent, une découverte absolument nouvelle, si j'en crois les nombreux savants que j'ai consultés à cet égard, et notamment les membres de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, auxquels, les premiers, je les ai soumis dès leur découverte, dès les premiers jours du mois de mars dernier, et plus particulièrement lors de ma lecture à l'Institut, le 27 mars dernier.

Quelle interprétation peut-on leur donner? Ces os gravés servaient-ils à marquer les tombes à incinération? je ne le crois pas; étaient-ils les pièces d'un jeu quelconque — comparable aux jeux d'osselets usités chez les Romains — comme l'hypothèse en a été

(1) La sablière Monmaut, située rue Lacourbe 351, c'est-à-dire à 400 mètres au plus de la sablière du Hameau.

émise, mais avec des points d'interrogation, notamment par M. Salomon Reinach (1)? En tous cas, je le répète, en appelant vivement l'attention de mes collègues de l'Association française pour l'avancement des sciences, il s'agit d'un fait qui n'avait pas encore été signalé avant la découverte que j'en ai faite dans la nécropole gallo-romaine du Hameau (2).

Je dois ajouter cependant que je possède dans ma collection de poteries parisiennes un poids romain en terre cuite, trouvé il y a plus de trente ans dans le sol de Paris, non loin du Luxembourg. qui présente, sur *trois* de ses quatre faces latérales, des marques ou des chiffres, soit I, soit II, et sur sa face supérieure ou sommet, le chiffre ou la lettre X. J'ai vu, d'ailleurs, dans certains musées, des poids romains analogues, sur lesquels on remarque des chiffres semblables.

Avant de terminer, je rappellerai que, lors de la construction du Chemin de fer de Ceinture de Paris, vers 1865 ou 1866, on mit à découvert dans les travaux de terrassements effectués tout près de la rue du Hameau, entre celle-ci et la rue Desnouettes, c'est-à-dire en prolongement de la sablière dont je m'occupe ici, plusieurs tombes dans lesquelles on trouva des restes humains et des poteries romaines. S'agissait-il, comme ici, de tombes par incinération et celles-ci faisaient-elles partie de la nécropole gallo-romaine? Je ne saurais le dire actuellement, les renseignements que j'ai recueillis à cet égard n'étant pas suffisants pour me prononcer. Mais je vais reprendre mon enquête dès mon retour à Paris, au mois de novembre prochain, et j'en communiquerai les résultats au prochain Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences.

(1) Voir le compte rendu de la séance de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres du 27 mars 1903, dans le journal *Le Petit Parisien* du surlendemain 29 mars.

(2) Les chiffres signalés dans l'ouvrage de MM. Baudry et Ballereau étaient gravés sur des vases seulement.

M. Paul PETRUCCI

Avocat à Paris

# LA MUSIQUE EN ANJOU AU XV^e SIÈCLE

*— Séance du 8 août —*

## I

Le roi René. — Situation de l'Anjou favorable au développement des Arts. — Comment le roi René favorisa la Renaissance angevine. — Pourquoi la musique en Anjou est restée plus réputée que les autres arts.

## II

### MUSIQUE INSTRUMENTALE

Existence de la musique instrumentale au XV^e siècle. — Son caractère. — Le bréviaire du roi René. — Différents instruments de la cour du roi René (à percussion, à vent, à cordes). — Viole angevine ou guiterne.

Bien que la musique instrumentale n'ait une existence sérieuse que depuis le XVI^e siècle, les instruments de musique les plus différents existent depuis les temps les plus anciens. De la lyre d'Orphée au violon de Stradivarius, bien des siècle se passent, pendant lesquels les essais les plus variés sont tentés. — Les monuments du XIII^e, du XIV^e et du XV^e siècles sont couverts de sculptures représentant des instruments de musique; c'est que, pendant ces trois siècles, la musique instrumentale se prépare. Elle existe du jour où la viole remplace le rebec et la vielle; elle se perfectionne quand la viole devient le violon.

Il ne faut cependant pas croire que tous les instruments qui ont précédé le XVI^e siècle n'ont été que des instruments d'essai sans aucune utilité pratique. La confrérie Saint-Julien des ménestriers nous prouve le contraire et, si l'art musical instrumental n'existait pas, la musique pratique instrumentale était déjà trouvée. On n'entendait pas encore des combinaisons instrumentales et il n'existait pas encore des virtuoses capables d'intéresser par leur seule science instrumentale, mais le rebec et la vielle faisaient déjà danser, le cor et la trompette donnaient déjà la cadence aux hommes d'armes.

La musique instrumentale n'arrivait pas encore à l'idée musicale mais elle était déjà suffisante pour le signal musical.

En ce qui concerne les instruments de musique angevins, nous connaissons leurs noms par l'inventaire des meubles du roi René et nous les voyons dans le bréviaire de ce prince.

Conservé à la bibliothèque d'Angers et à celle de l'Arsenal, le bréviaire du roi René renferme de véritables chefs-d'œuvre de peinture pouvant égaler les plus belles œuvres du moyen âge. La première page, représentant « ceulx, celles qui ont fait le psaultier », montre ces personnages avec les instruments qu'ils jouaient. — D'autres gravures de cérémonies soit religieuses, soit militaires nous font également connaître les instruments en usage dans ces différentes circonstances. Grâce à ces indications, on peut, à défaut de renseignements précis, se faire une idée de la musique sous le roi René.

La plupart de ces instruments sont ceux connus en France au XV^e siècle et même aux époques antérieures. On peut les classer en trois catégories : instruments à percussion, instruments à vent et instruments à cordes. Les deux instruments à percussion en faveur à la cour du roi René sont les cymbales et surtout le tambourin. Ce dernier, très plat et ressemblant à nos caisses claires modernes, mais de dimensions un peu plus grandes, se place devant l'exécutant comme une grosse caisse, avec cette différence qu'au lieu de n'être frappé que du côté droit il est frappé également à gauche. — Au lieu de se servir d'une masse, le joueur de tambourin tient dans chaque main une baguette allongée, un peu dans le genre de celles des timbaliers. — Cet instrument est certainement la timbale du XV^e siècle et, d'après la gravure du psautier du roi René, il doit être employé, comme la timbale, pour soutenir les trompettes. — Il est, en effet, sur la gravure placé à côté d'une trompette qu'il sert certainement à accompagner.

Le groupe des instruments à vent est représenté par le cor, la flûte, la trompette et l'orgue. — Cette classe est celle qui comprend le plus d'unités, ce qui est très compréhensible, les instruments à vent étant les plus anciens après ceux à percussion ; mais en Anjou ils n'ont rien de particulier : ce sont des instruments connus bien avant le XV^e siècle. L'orgue est le petit orgue portatif connu dès le XIII^e siècle et le cor et la flûte sont des descendants de l'olifant carlovingien. — La flûte que le bréviaire du roi René nous montre entre les mains d'une instrumentiste du temps est à pavillon comme une clarinette et le son devait en être plutôt grave. — La trompette, très

allongée et très mince, dans le genre des célèbres trompettes d'Aïda, est celle qu'à tous les siècles nous voyons attribuée aux anges et aux renommées. Sous le roi René, ces trompettes appartiennent à l'armée; ce sont elles qui annoncent les tournois et précèdent le roi de Sicile, dont elles font connaître l'arrivée. Elles sont alors ornées dans toute leur longueur d'un étendard aux couleurs de René d'Anjou, mais le bréviaire du roi René nous les représente aussi sans aucun ornement à côté d'autres instruments joués en chambre, ce qui pourrait indiquer qu'elles avaient aussi un rôle symphonique.

Si les instruments à vent de la cour du roi René sont bien antérieurs au xv^e siècle, ils sont également, mais un peu modifiés, les instruments des siècles suivants, car la flûte à bec, qui précède notre flûte moderne, est la flûte du xv^e siècle, mais à pavillon rétréci. Tout au contraire, les instruments à cordes, moins nombreux, montrent un grand progrès dans la facture instrumentale.

Fait assez curieux, au xv^e siècle les instruments à cordes peuvent déjà se partager en instruments à cordes pincées, instruments à cordes frappées et instruments à cordes frottées. La harpe semble être le plus en faveur des instruments à corde pincées, elle cesse, à cette époque, d'être une variation de la lyre, pour devenir l'instrument moderne que nous connaissons. Ses dimensions plus grandes obligent à la jouer assis; l'exécutant, la posant sur ses genoux et l'appuyant contre son épaule, a déjà la position du harpiste moderne et son instrument doit déjà avoir une certaine ampleur de son. — Le psaltérion, sorte de timpanon triangulaire, est l'ancêtre de notre piano et son usage est très fréquent en Anjou comme partout, car il se trouve sur tous les dessins et sur toutes les sculptures du moyen âge.

C'est avec la classe des instruments à cordes frottées que nous arrivons aux instruments nouveaux du xv^e siècle ou premiers instruments de la renaissance musicale.

Au rebec du moyen âge succède un instrument plus sonore nommé vielle. La vielle désigne alors tout instrument à cordes frottées et ce nom s'applique aussi bien à la chifonie ancêtre de la vielle moderne qu'à la viole du xiv^e et du xv^e siècle. En Anjou, la vielle que l'on trouve à la cour du Roi-René est différente des autres vielles françaises. Celles que nous représentent les sculptures et les peintures du temps étaient généralement carrées ou ovales, mais toutes à éclisses droites. La vielle du roi René est au contraire à éclisses échancrées et sa forme est déjà celle de la viole du siècle suivant, sinon celle du violon. En effet, l'exécutant, ne cherchant pas

encore à obtenir des notes aiguës, n'avait pas encore besoin du rétrécissement de la table près du manche, que l'on remarque aux violes, pour obtenir les notes aiguës ; rétrécissement supprimé au violon quand on prit l'habitude du démanché.

A côté de cette grande ressemblance de la viole angevine avec le violon, on remarque des différences capitales, peut-être dues à l'inexactitude des dessins du bréviaire du roi René, mais différences pouvant cependant s'expliquer.

1° Le cordier, qui se remarque sur les rebecs et sur les vielles, n'existe plus sur la viole angevine, où les cordes sont attachées à la table comme pour la guitare.

2° Le chevalet est également absent. Telle qu'elle est représentée, cette viole serait injouable et l'on est obligé, pour la reconstituer, de faire plusieurs hypothèses.

Peut-être le cordier a-t-il été oublié par le dessinateur, ou bien a-t-il été confondu avec le chevalet; mais, peut-être, ce qui est fort possible, a-t-il été supprimé dans cet instrument. Soit pour rendre plus facile la position de l'instrument sous le menton, soit pour obtenir plus de sonorité, on a fixé les cordes à la table, comme Chanot en a eu l'idée pour son violon. L'attache des cordes à la table serait alors exacte et il manquerait le chevalet.

Près du manche, nous apercevons sur le dessin un petit trait qui pourrait être le chevalet (beaucoup de dessinateurs ayant commis l'erreur grossière de figurer le passage de l'archet entre le cordier et le chevalet), mais ce petit trait peut également figurer la terminaison d'une touche très courte et le chevalet doit manquer.

Peut-être, en l'absence d'un chevalet, la viole du roi René possédait-elle un cordier-chevalet dans le genre de la guitare, mais recourbé, pour permettre à l'archet de toucher chaque corde séparément. Cette hypothèse serait peut-être la plus vraisemblable, mais cette viole, donnant l'accord de notre alto, doit avoir la même longueur de cordes de ce dernier. Ce chevalet-cordier ne se trouvant pas au milieu de la table, il faudrait, pour obtenir la longueur des cordes de l'alto, avoir un manche très court et, le dessin représentant au contraire un manche assez long, on est amené à conclure qu'il y avait au milieu de la table un chevalet donnant aux cordes la longueur de celles de l'alto.

Ce qui est certain, de même qu'on désignait en France sous le nom de vielle la vielle à roue ou la vielle à archet, il y avait, en Anjou, confusion avec la vielle et la guitare. Peut-être les dessinateurs prenaient-ils la guitare pour la vielle et par erreur en faisaient-

ils un instrument à archet; mais, peut-être aussi, ce qui est très croyable, l'instrument du bréviaire du roi René était bien un instrument à archet. L'échancrure des éclisses n'avait sa raison d'être que pour le passage de l'archet, mais, probablement, c'est cette viole qui doit être désignée dans l'inventaire du mobilier du roi René sous le nom de guiterne. De même qu'il y avait la vielle à roue et la vielle à archet, il y avait, peut-être, la guiterne à archet et la guiterne à cordes pincées, que l'on confondait toutes deux ; mais les illustrations du temps ne nous montrent que la guiterne à archet qui était déjà la viole.



FIG. 1. — Viole angevine du XV^e siècle reconstituée par M. Chureau.

## III

### MUSIQUE VOCALE

Institution de la chapelle du roi René. — Les chanteurs qui la composaient. — Rétributions de ces chanteurs. — Passage de la chapelle de René d'Anjou en Touraine. — Œuvres vocales interprétées.

A côté d'un art instrumental naissant, mais très rudimentaire, l'art vocal était beaucoup plus sérieux en Anjou. Les *Archives de l'Anjou* nous donnent les renseignements les plus précis sur la chapelle du roi René, institution d'une importance considérable dans l'histoire de l'art musical français.

Ce fut en 1448 que Jeanne de Lorraine fit abandon de l'impôt des tabliers de Provence pour la fondation de la chapelle du roi de Sicile. René d'Anjou, par une lettre patente de 1449, établit définitivement cette institution et Jean Racional, d'Aix, fut chargé de percevoir les tabliers (impôt sur les marchandises de Provence) pour, chaque année, fournir en Anjou les fonds nécessaires aux chanteurs angevins.

Les chanteurs du roi de Sicile étaient habillés de robes rouges doublées de fourrures grises. Il y avait parmi eux des solistes venant d'Italie, où la renaissance musicale était plus avancée qu'en France, et l'on appelait tabourins ces chanteurs, napolitains pour la plupart. Un des plus célèbres fut Tassin d'Aversa. D'après les comptes de la chapelle du roi de Sicile, nous savons que cette société chorale du xv[e] siècle débuta en mai 1449, aussitôt après la lettre patente du prince établissant sa fondation. Nous avons, de plus, les noms des premiers chanteurs qui en firent partie et nous savons ce qu'ils étaient payés. En effet, d'après ces comptes, il fut donné : « à Bertrand Féragus, Phelippe Boutillat, Jehan Lescaudet, « Pierre de Monade, Ondet Garin et Arnault Sperty, chantres, « quatre vings quatre escuz neufs, c'est assavoir à chascun d'eux « six escuz qui sont trente six escuz, pour cause de leurs gaiges du « moys de may mil quatre cens quarante et neuf qui est le comman- « cement de leur ordonnance. — Plus à chascun d'eux huit escuz « pour une robe aux dessus nommés chantres la somme de trente « six escuz d'or neufs à raison de six escuz par moys. »

Même traitement fut attribué à Nicolas Michon, Estienne de Saint-Germain, Jean Louvet. — D'après ces documents très intéressants, les chantres ordinaires du roi René recevaient un traitement fixe de six écus par mois, mais ils recevaient, de plus, une robe par saison. Ils devaient encore être logés et nourris à la maison du roi, car nous savons que l'organiste Girardin et le clerc de la chapelle Jean Néron étaient entretenus dans l'hôtel royal, sur le même pied que plusieurs officiers, ce qui fait supposer que les chantres ordinaires avaient les mêmes avantages, mais avec moins d'honneurs.

Les bons ténors, déjà rares au xv[e] siècle, étaient payés huit écus et, en plus de ces traitements fixes, les chanteurs recevaient encore quelques gratifications spéciales. Roullin, l'un d'entre eux, en plus de ses appointements, touchait un écu comme copiste et ses confrères étaient également récompensés lorsqu'ils augmentaient la chapelle angevine de chanteurs qu'ils faisaient venir de Paris, de Picardie ou de Bretagne.

Parmi ces gratifications, nous relevons les suivantes :

« A messire Estienne, chapellain de Bretaigne, la somme de quatre « livres deux solz six deniers tournoys à lui ordonnez pour ses « despens et sallaire d'avoir esté..... pour amener et faire venir ung « chantre et estre tenneur (ténor) en ladicte chapelle ;

« A Arnault Sperty l'un des dictz chantres la somme de trois « escuz, oultre et pardessus ses dictz gaiges en récompense des des-

« pens et voyaiges que le dict Sperty avoit fait de Saumur à Paris « pour amener un tenneur (ténor);

« A Chassin de Hautresse, tenneur, la somme de vingt-quatre « escuz en don pour une foiz oultre des gaiges, en rescompense d'un « voyaige qu'il a fait en Picardie à faire venir des chantres. »

En plus de ces gratifications pour services rendus, les chantres recevaient encore des suppléments de traitement. Un des plus favorisés fut Boutillat. Engagé aux appointements de six écus par mois il est bientôt augmenté de deux écus, puis il reçoit une première gratification de dix écus pour « ayder à ses menuez affaires ». Enfin, en mil quatre cent cinquante-deux, il reçoit « trente escuz pour une foiz « oultre des gaiges pour aidier à ses nécessitez et affaires et soy plus « honnestement maintenir au service dn dict seigneur René d'An- « jou ».

Tous ces chanteurs étaient sous la direction de l'évêque d'Orange qui recevait, par an, comme maître de chapelle, vingt écus neufs reportés en deux termes.

Souvent la chapelle suivait le roi de Sicile dans ses voyages et, en mil quatre cent cinquante-six, son transport à la Roche-sur-Yon coûta cent cinquante livres au trésor de l'Anjou.

Parfois des musiciens de princes étrangers étaient reçus par la chapelle angevine, car de son château de Beaufort, où il était en villégiature, le roi René fit donner un écu à Jehan Gasnot « pour fes- « toyer un chantre de Monseigneur d'Orléans ».

A la mort de René d'Anjou, sa chapelle passa en Touraine, à la cour de Louis XI, et fut alors dirigée par Okeghem, maître de chapelle de Notre-Dame de Paris, puis plus tard par son élève, Josquin des Prés.

Quelles étaient les œuvres interprétées par la chapelle du roi René? Elles étaient certainement nombreuses, tant en musique religieuse qu'en musique profane.

D'abord, d'après les mémoires du temps, il est certain que le roi René, dont nous avons conservé toutes les œuvres littéraires, entre autres de très spirituelles poésies, composait des messes pour sa chapelle, et il est probable que l'évêque d'Orange en écrivait également. Les siècles précédents avaient laissé avec le déchant des œuvres profanes et religieuses composant un assez grand répertoire et, si la première moitié du XVe siècle ne donnait pas naissance en France à des œuvres remarquables, René d'Anjou devait vraisemblablement avec ses solistes italiens faire venir en Anjou les chefs-d'œuvre des contrapontistes de Rome, de Venise et de

Florence. Quand, dans la deuxième moitié du siècle, la chapelle de René d'Anjou devint celle de Louis XI, ce fut elle qui eut l'honneur d'interpréter pour la première fois les chefs-d'œuvre de Josquin des Prés.

## IV

### MUSIQUE DRAMATIQUE

Mystères. — Leur représentation. — Leur musique

A côté de l'art vocal classique et de la chapelle du roi de Sicile, il faut mentionner un essai d'art populaire ou dramatique. Les mystères comprenaient une partie musicale très accessoire, il est vrai, mais cependant indispensable.

La représentation du mystère de la Passion de Jean Michel durait plusieurs jours et une tétralogie Wagnérienne ne peut donner qu'une faible idée d'une représentation dramatique sous René d'Anjou. Pour éviter l'encombrement des spectateurs, les portes de la ville étaient fermées, à l'exception d'une seule et, par ordre du comité d'hygiène de l'époque, on dut, lors de la première représentation du mystère de la Passion, refuser l'entrée d'Angers aux habitants de Brissac, où il y avait la peste. Pendant toute une semaine, une représentation préoccupait toute une province; quant à la préparation d'un tel événement elle durait plusieurs mois.

Si nous voyons dans le manuscrit de Jean Michel les parties du drame qui étaient mises en musique, nous ignorons quelle était cette musique. Très probablement on adaptait des airs populaires très anciens, ce qui était très fréquent. La chapelle du Roi n'était pas chargée de cette exécution confiée à de simples habitants de la ville et ces derniers n'avaient pas l'éducation musicale suffisante pour exécuter un simple déchant. Il fallait une musique très simple pour les parties chantées de la Passion; les artistes improvisés ne pouvaient qu'adapter des chants populaires appris dans leur enfance.

## V

### Influence de la Renaissance musicale angevine sur la Renaissance musicale française

Si l'Anjou au xv^e^ siècle n'a pas vu naître des œuvres musicales méritant l'immortalité, son influence sur la renaissance musicale française est cependant incontestable. Grâce à son caractère voyageur, l'angevin a toujours su amener chez lui les chefs-d'œuvre

des autres contrées pour embellir son pays et pour s'instruire. Le roi René, type de l'angevin, a donc su faire profiter sa capitale des travaux de la renaissance italienne; grâce à lui, c'est par l'Ouest que la renaissance musicale a pénétré en France. Sa chapelle, pouvant rivaliser avec les meilleures phalanges italiennes, a fourni à Josquin des Prés, notre premier contrapontiste de valeur, des interprètes dignes de lui, et ce fut plus tard la guiterne, ou viole échancrée d'Anjou, qui devint la viole du premier quatuor à cordes de la musique instrumentale. Toutes ces considérations justifient la renommée du roi René et, si de nos jours la ville d'Angers tient à favoriser les arts, elle garde la tradition du XV^e siècle et du vieux duc d'Anjou.

---


## M. Louis DE FARCY

à Angers


### LES TAPISSERIES DE LA CATHÉDRALE D'ANGERS [746 : 726.6 (44.12)]

*— Séance du 10 août —*

### I. La Cathédrale d'Angers est d'abord décorée de tentures de soie

Avant l'introduction de la *Tapisserie* en Europe, du XI^e au XII^e siècle (1), au cours du mouvement artistique provoqué par les Croisades, nos grandes églises étaient ornées, les jours de fête, de tentures de soie, tissées d'or, quelquefois même brodées à l'aiguille « *acu pictæ* ». Ces précieuses étoffes venaient de l'Orient, de Bagdad, par exemple (d'où le nom de *Baudequin*), de la Syrie, de l'Archipel ou de la Sicile (2). Sans doute, elles charmaient nos ancêtres par l'heureux mélange de l'or et des couleurs, mais c'était surtout leur caractère *exotique* et la composition du dessin qu'ils appréciaient. Très accentué a toujours été en France le goût pour les productions

(1) L'art de la tapisserie s'introduisit et s'acclimata en Allemagne plus tôt qu'en France. On en voit une à Saint-Géréon, de Cologne, qui remonte au XI^e siècle : celles d'Halberstadt appartiennent au XII^e et celles de Queldimbourg au XIII^e. — *La Tapisserie*, par Muntz, p. 93, 95 et 102.

(2) Recherches sur les *Etoffes de soie, d'or et d'argent*, par Francisque Michel, t. I de la p. 21 à la p. 29.

*étrangères* : aussi combien vit-on d'artistes du moyen âge s'ingénier, dans nos pays, à copier les coffrets d'ivoire rapportés d'Outre-Mer, les bourses sarrazinoises et jusqu'à des inscriptions arabes dont ils ignoraient le sens. N'avons-nous pas vu l'industrie moderne reproduire elle aussi à satiété les porcelaines et les laques de Chine, dans un tout autre ordre d'idées, les *bijoux* Campana et bien d'autres objets, dont les types étaient empruntés aux pays *étrangers* ou encore à des époques très reculées de nous.?

Au moyen âge, on était tellement frappé de l'excellent effet produit par les tentures dans les églises qu'on en a figuré quelquefois en *sculpture* ou en *peinture* sur leurs parois. Le grand portail de la cathédrale de Reims, celui de Saint-Jean-des-Vignes, à Soissons, la porte rouge de Notre-Dame de Paris et le triforium de la cathédrale de Metz (1) nous en offrent des exemples. M. Ramé (2) cite sous le porche de celle de Dol, élevé au XIVe siècle par l'évêque Henri Cœur, une draperie peinte rappelant assez bien le riche pourpoint de Charles de Blois. Enfin, chacun connaît les tentures peintes sous les fenêtres de la sainte Chapelle de Paris ; j'en pourrais donner d'autres types.

Les anciens inventaires de la cathédrale d'Angers nous font connaître un très grand nombre de tentures de soie, désignées sous les noms de *paelles*, *baudequins*, *draps de l'Arest*, *courtes-pointes*, *sarges*, *draps de parement*, etc. Nous les voyons figurer dans le mobilier de la fabrique, jusqu'à la fin du XVe siècle, remplacées peu à peu par les *tapisseries*.

En 1218, l'évêque Guillaume de Beaumont constate que les ornements et les tapis ou *tentures* sont déchirés, que les livres de chœur sont effacés, en un mot que tout le mobilier est bon à renouveler ; il prend des mesures en conséquence (3). Il mourut en 1240, après avoir reconstruit la Croisée et le Transept nord et comblé sa cathédrale de présents, entre autres de précieuses tentures «... *ecclesiæ fabricam præclaro opere instructam, preciosis ornamentis et palliis palliavit* » (4) lisons-nous dans son éloge funèbre.

A ce généreux bienfaiteur, qui avait suivi la croisade, il faut attribuer une bonne partie des *culcitræ pinctæ*, dont les 93 meilleures faisaient, d'après l'inventaire de 1297, tout le tour de l'église.

(1) *Manuel d'Archéologie française*, par Camille Enlart, t. I, p. 346.
(2) *Bulletin de l'Association bretonne*, 1852, p. 251 à 259.
(3) *Bibliothèque d'Angers*, ms. n° 618, t. III, p. 231 verso.
(4) *Ibidem*, ms. n° 636, p. 179.

Ce même document nous révèle l'existence dans les armoires du chœur de *dix-sept paelles antiques (de quibus diui est ecclesia consuevit parari)*.

Non seulement, une sorte de litre, composée de tentures juxtaposées et fixées au mur avec des clous, décorait les parois du monument; on en suspendait encore sous la châsse de saint Maurille, au devant du jubé, au dossier des stalles, à la chaire de l'évêque et à celle du chantre, à des cordes tendues entre le sanctuaire et les stalles, enfin aux côtés de l'autel, si bien qu'on peut se demander où il n'y en avait pas.

La description de chacun des XXXIII *baudequins* donnée dans l'inventaire de 1297 et des LIX de celui de 1391 m'entraînerait trop loin : on la trouvera dans ma *Monographie de la Cathédrale d'Angers* (Volume du Mobilier, p. 11 et suivantes). Ces brillants tissus, la plupart d'origine *orientale*, représentaient les uns des lions, des léopards, des paons, des griffons ou des animaux fantastiques, le plus souvent inscrits dans des médaillons circulaires « *in rondellis* », les autres des figures humaines ou des blasons.

Trente-deux « *panni novi* », acquis par le chanoine fabriqueur Nicolas d'Évron, en 1334, remplacent les anciens, déteints, fanés ou usés. Ils semblent plutôt de fabrication *occidentale*, à en juger par les aigles à deux têtes, les faucons, les feuilles de chêne et les *Agnus Dei* dont ils sont semés.

Une pareille collection aurait actuellement un intérêt considérable au point de vue textile : il n'en reste que la description, donnée dans nos anciens inventaires. Ce souvenir est précieux quand même pour l'histoire de la liturgie, de l'art industriel et de la décoration; aussi ai-je cru devoir l'évoquer devant vous.

Tel était l'usage général au moyen âge, jusqu'au moment où les tapisseries historiées remplacèrent avantageusement *ces draps de parement*, dont on trouve la description dans les inventaires des cathédrales de Bayeux, de Cambrai, du Mans, de Quimper, de Vannes et de bien d'autres villes.

## II. Les tapisseries succèdent aux tentures de soie

La *première tapisserie* de la cathédrale d'Angers lui fut donnée par le roi Charles VII le 7 octobre 1428 (1). Divisée en quatre pièces,

(1) *Bibliothèque d'Angers*, ms. n° 655, p. 205.

assez longues pour couvrir presqu'en entier le chœur et le chevet (environ cinquante mètres), elle représentait un grand nombre de scènes « *ab initio mundi usque ad diem judicii* ». Après avoir énuméré les vingt-trois premiers sujets, qui débutaient *par la chute des mauvais anges et la création du monde*, le secrétaire du chapitre semble perdre patience et ajoute qu'il en avait encore beaucoup d'autres tirés de *l'Ancien et du Nouveau Testament.* C'était d'ailleurs le nom sous lequel était connue cette tapisserie « *valde preciosa* » (1), faite à fil d'or, d'argent, de laine et de soie, estimée 50.000 livres en 1533 (2). Le nom du peintre des cartons et celui du tapissier sont inconnus.

L'élan était donné : *les baudequins, les draps de soie et les sarges* aux motifs indéfiniment répétés et de simple décoration perdent leur ancienne faveur. Ils semblent bientôt monotones, démodés et disparaissent successivement.

Le chanoine Hugues Fresneau commande en 1459 à Paris chez *Jean Despaing* pour 200 escus (3) (auxquels le chapitre en ajoute 40 l'année suivante) (4), une tenture en laine rehaussée de soie, *de la Vie de saint Maurice et de ses compagnons*, destinée au dossier des stalles. Elle se composait de six pièces sur lesquelles on remarquait quatre écussons aux armes du donateur. Les patrons, peints sur toile, couvraient habituellement la boiserie (5) et les jours de fête ils étaient remplacés par la tapisserie elle-même.

Comme complément, le chapitre fait marché, en 1460, moyennant 120 écus, avec un tapissier de Paris, pour trois pièces « *de la vie de saint Maurille* » (6) qu'on suspendait au parapet du jubé, du côté du chœur. En 1874, il me fut donné d'en découvrir dans un grenier un fragment assez important, mais en fort mauvais état. La fabrique le fit aussitôt restaurer. C'est un témoin qui fait vivement regretter la perte du reste de la tapisserie.

Presque en même temps, les chanoines reçurent une pièce dite « *de la Résurrection* », qu'ils faisaient placer sous le grand Crucifix d'ar-

(1) *Inventaire de 1539* : « Magna tapiceria in quatuor peciis continens historias a mundi creatione usque ad Ascensionem Domini nostri, *contexta filis aureis et serico, valde preciosa...* »

(2) *Archives de Maine-et-Loire*, série G., n° 264, art. 325.

(3) *Bibliothèque d'Angers*, ms. n° 658, p. 49.

(4) *Fabrique*, t. I, p. 71, « Quia dictus Despaing asseruit, quod omiserat plus quam LV scuta, data sibi fuit summa XXXX scutorum. — Item Johanni Bourgeois, pro faciendo IV scussonas, ubi sunt arma De Hugonis Fresneau, sexaginta solidos.

(5) *Fabrique*, t. IV, p. 398. Le 26 mai 1543, Pierre Lagout, peintre, reçoit VIII s. « pour avoir abillé les rideaux des grandes orgues avecques les patrons de la tapisserie du chœur et avoir fourni de latte pour empêcher les rats ».

(6) *Bibliothèque d'Angers*, ms. n° 658, p. 49.

gent du Jubé, du côté de la nef. Elle figure dans l'inventaire de 1467, mais j'en ignore le donateur et la provenance.

Là s'arrêta le zèle des chanoines. Enfermés pour leurs offices de jour et de nuit dans l'enceinte formée par les stalles et le jubé, au centre de l'église, ils avaient sous les yeux, les jours de fête, le chevet et le chœur, parés de *l'Ancien et du Nouveau Testament*, le dossier des stalles et l'appui du jubé, également tendus des tapisseries dont je viens de parler. Il semble qu'ils se soient désintéressés des transepts et de la nef, sans doute faute de ressources. En tout cas, la fabrique y fit suspendre, jusqu'en 1480, les *baudequins* et les *draps de soie* : ceux-ci disparurent définitivement alors, remplacés par la célèbre tapisserie de *l'Apocalypse*, dont la majeure partie existe encore et fait aujourd'hui la gloire de la cathédrale d'Angers.

René, duc d'Anjou, insigne bienfaiteur de l'église de « *monsieur saint Maurice* », après avoir reçu, en 1442, de sa mère Yolande d'Aragon, la tapisserie de *l'Apocalypse* et s'en être servi personnellement, soit au château d'Angers, soit à Baugé, en disposa ainsi par testament le 22 juillet 1474 : « *Item donne et laisse à ycelle église la belle tapisserie, sur laquelle sont contenues toutes les figures et visions de l'Apocalice.* » Toutefois il en conserva la jouissance jusqu'à sa mort. En 1480, la fabrique reçut six pièces de la tapisserie ; la septième, étant restée, je ne sais pour quel motif, entre les mains d'Anne de Bourbon, lui fut remise par cette princesse le 25 mai 1490.

Ce don magnifique compléta la décoration de l'intérieur de l'église sauf une lacune peu importante.

Primitivement, l'*Apocalypse* se composait de sept pièces ou morceaux, assez grands pour couvrir « *les longueurs de la naif et des croisées* (1) » ou transepts. Quatre pièces suffisaient pour la nef, deux à droite, deux à gauche. L'ensemble avait une longueur de 144 mètres environ.

La plupart des pièces avaient vingt aunes de cours. Telles étaient la 1re, 4e, 5e, 6e et 7e, tandis que la seconde et la troisième, à elles deux, avaient une étendue semblable à celle de chacune des autres. Pourquoi cette différence? Évidemment, en vue de l'emplacement pour lequel la tapisserie avait été commandée.

L'examen attentif du texte de l'*Apocalypse* nous fait connaître que le nombre des tableaux était jadis de 90 : il en reste 71 seulement aujourd'hui.

La longueur totale était de 144 mètres; la hauteur d'environ

(1) *Archives de Maine-et-Loire*, série G, n° 264, art. 324.

5 m. 50 (1), soit près de 800 mètres carrés. Paut-il s'étonner que l'Apocalypse ait été estimée 200.000 livres en 1533? (2).

On peut se demander si jamais on a tissé une tapisserie aussi importante. Elle a malheureusement subi de graves mutilations : j'en dirai quelque chose. Actuellement, malgré de très intelligentes restaurations, elle est fort incomplète et bien déchue de son antique splendeur.

Quoi qu'il en soit, c'est la plus ancienne et la plus considérable tapisserie française que l'on connaisse. Elle fait encore grand honneur à Louis Ier, qui l'entreprit en 1377, au dessinateur des cartons, enfin au tapissier chargé de l'exécuter. A chacun d'eux nous allons consacrer une courte notice.

*Louis Ier*, frère du roi Charles V et de Jean, duc de Berri, avait, comme ce dernier, un goût très vif pour les Beaux-Arts. La description de ses joyaux, des pierreries de sa *très noble et très riche couronne*, l'inventaire, dont M. Moranvillé vient de donner des extraits dans la *Bibliothèque de l'École des Chartes*, déconcertent vraiment l'imagination. Quelle recherche, quel raffinement dans le luxe! Ce prince avait une véritable passion pour l'orfèvrerie, les émaux, les perles et les pierreries. On croît rêver en lisant la description de certaines pièces, de sa couronne, de son grand tabernacle d'or, de son faudesteuil ou trône d'apparat, etc.; aussi ne faut-il pas s'étonner de voir Louis Ier possesseur, dès 1364 (alors qu'elles devaient être encore peu nombreuses) de 73 tapisseries, entreprendre en 1377 celle de l'*Apocalypse*.

Il serait intéressant de savoir à quelle occasion et pour quel endroit notre duc fit une commande aussi considérable. Vainement j'ai cherché la réponse à cette question dans des documents contemporains. Voici la solution que je propose : elle est basée sur l'examen de la tapisserie elle-même.

Tandis que chacune des pièces 1, 4, 5, 6 et 7 se composaient (quand elles étaient entières) de 15 tableaux, dont le premier prenait toute la

(1) Bande de ciel, 0m80. — Moulure en grisaille, 0m20. — Tableau, 1m52. — Moulure, 0m15. — Légende, 0m33. — Moulure, 0m15. — Tableau, 1m52. — Moulure, 0m15. — Légende, 0m33. — Moulure, 0m20. — Bande de terre, 0m30. Total : 5m40 à 5m50.

(2) *Archives de Maine-et-Loire*, série G, n° 264, art. 324. « Item les doyen et chapitre en la dite église ont une belle, grande et notable tapisserie entre les tapisseries de ce royaulme, historiée des hystoires de l'Apocalypse, qui se tent aux festes solempnelles en la naif et chappelle, qui couvre les longueurs de la nef et des croisées dicelle donnée par le feu Roy de Sicile, estimée valloir deux cens mil livres qui depuis le temps de trente ans que ledit de Rohana esté evesque s'est grandement endommaigée et ne saurait être mise en suffisante réparacion pour la somme de six mille livres tournois et a cousté néanmoins depuis ledit temps à réparer mil livres tournois. »

hauteur de la tapisserie, les 14 suivants alignés sur deux rangs, la 2e et la troisième pièce étaient disposées tout autrement.

La 2e débute par le grand tableau; elle nous montre ensuite quatre sujets au *rang supérieur* et deux seulement à la *partie inférieure*. La 3e comprend six tableaux, trois en haut, trois en bas. Il y a donc un vide, une interruption dans la tenture d'une hauteur d'environ 2 m. 75 et d'une longueur de 5 à 6 mètres, mais seulement à la PARTIE INFÉRIEURE.

A quoi bon cette lacune, prévue par le dessinateur des cartons et le tapissier? Évidemment, parce qu'il y avait là, quand la tapisserie était tendue, un obstacle quelconque, un objet qu'il ne fallait pas couvrir. Dans ma pensée, ce ne pouvait être autre chose que l'*autel de la chapelle* ou la *cheminée de la grande salle du château* d'Angers.

Une autre considération milite, il me semble, en faveur de l'une ou l'autre hypothèse.

On remarque, à la place d'honneur, au sommet des six grands tabernacles d'architecture, ouvrant chacune des pièces, des anges tenant des bannières flottantes. Celles de gauche sont aux armes d'Anjou; celles de droite nous donnent le blason de l'*Ordre de la Croix* (de sinople à la double croix ou *croix d'Anjou* de sable, entourée d'un filet d'or), auquel Louis Ier fait trois fois allusion dans son inventaire, publié en partie par M. Moranvillé (1).

Or, le 12 juillet 1359, la Vraie-Croix de la Boissière fut apportée dans la chapelle du château pour être mise en sûreté et y resta près d'un siècle l'objet de la vénération des ducs d'Anjou et de nombreux pèlerins. Un *Ordre de la Croix* y fut établi par Louis Ier, en l'honneur de l'insigne relique. Il est donc tout naturel de supposer que l'*Apocalypse*, portant en face des armes d'Anjou celles de l'*Ordre*, ait été tissée pour l'ornement de la chapelle du château. Mais, dira quelqu'un, l'ancienne chapelle était-elle assez vaste pour qu'on pût y suspendre une pareille tapisserie? Pourquoi pas, si on juge par l'édifice actuel construit par Yolande d'Aragon et terminé en 1411?

Si la découverte ultérieure de quelque document, aujourd'hui inconnu, permettait d'affirmer qu'il était impossible de tendre l'Apocalypse faute d'un espace suffisant dans la chapelle, j'admettrais qu'elle aurait été tissée pour la vaste salle du château, en grande partie écroulée aujourd'hui, dans laquelle auraient pu avoir lieu les

(1) *Bibliothèque de l'École des Chartes*, t. LXII, année 1901.

cérémonies de l'Ordre (1). Alors l'interruption, signalée plus haut, aurait été prévue pour la *cheminée*.

En tous cas, que la tapisserie ait été commandée pour la chapelle, sur l'autel de laquelle reposait la *Vraie-Croix*, ou pour la *grande salle*, à l'occasion des réceptions des chevaliers de l'Ordre, on ne saurait méconnaître l'intention de Louis Ier de rendre un hommage de plus à la *Vraie-Croix*, en y faisant tisser la *Croix de son Ordre*, en face des armes d'Anjou. C'est un détail sur lequel il m'a paru nécessaire d'insister.

Parlons maintenant de l'auteur des Cartons.

*Jean de Bandol*, vulgairement nommé *Hennequin de Bruges* « peintre du Roy » exécuta les *pourtraictures et patrons* (2). Pour s'aider dans cet immense travail, il eut entre les mains plusieurs commentaires de l'*Apocalypse*, abondamment pourvus de miniatures, dont la plupart furent simplement agrandies à la dimension voulue. « L'*Apocalice en français, toute figurée et historiée et en prose* » de la bibliothèque de Charles V, lui fut certainement prêtée.

Une note, datée de 1380, en marge de l'inventaire de 1373 en donne la certitude : « *le Roy l'a baillée à M. d'Anjou pour faire son tapis* ». On écrit encore, en 1411, cette autre annotation : « *lequel livre feu le Roy Charles bailla à M. d'Anjou pour faire son beau tapis* (3) ». Ce précieux manuscrit appartient aujourd'hui à la bibliothèque nationale ; il vient d'être reproduit en phototypie par la *Société des Anciens Textes*, avec une savante dissertation de M. Delisle (4).

L'artiste imita certainement aussi des miniatures, empruntées à d'autres manuscrits, notamment à ceux de la bibliothèque de Cambrai (5) et du Petit Séminaire de Namur (6).

Chacune des six grandes pièces débute par un personnage plongé dans une profonde méditation (7), peut-être Louis Ier *(fig. 1)*. Il est assis sous un tabernacle d'architecture, dont la composition

(1) Cette vaste salle avait 12 m. 50 de large et plus de 40 mètres de long.

(2) *Jean de Bandol*, par B. Prost. *Gazette des Beaux-Arts*, 1892.

(3) Ce beau manuscrit resta en Flandre plus de cent ans et revint au Louvre avec la bibliothèque de Louis de Bruges, seigneur de la Gruthuyze, en 1492.

(4) *L'Apocalypse en Français* au XIIIe siècle. (Bib. Nat. Fr. 403), publiée par MM. L. Delisle et P. Meyer, Paris, Firmin Didot, 1901. Un volume in-8o et un album in-fo.

(5) Ms. no 482. M. Delisle en donne une analyse p. LXXVIII.

(6) M. Helbig, directeur de la Revue de l'Art Chrétien, l'a décrit dans le *Beffroi*, de Bruges, t. III, p. 331-338.

(7) Le costume et surtout la coiffure des grandes figures est à rapprocher du prophète peint par André Beauneveu (Bibl. Nat. fac. 13,091) et de la statue du Musée de Bourges, reproduits par M. A. de Champeaux, dans les *Travaux d'Art*, exécutés pour Jean, duc de Berri.

rappelle certaine miniature attribuée aux frères Limbourg (1). Les événements, traduits dans les différentes scènes de l'Apocalypse, se passant pour ainsi dire entre la terre et le ciel, *Hennequin de Bruges* a disposé les tableaux sur deux rangs, entre une TERRE FLEURIE, dans laquelle se jouent des *conins* ou lapins et un CIEL, peuplé

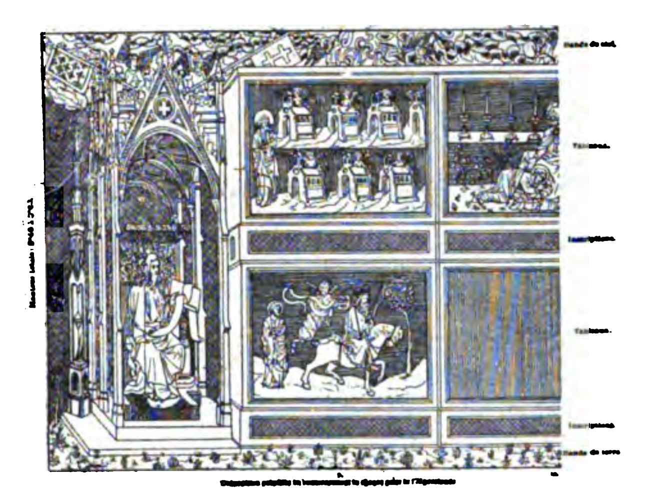


FIG. 1.

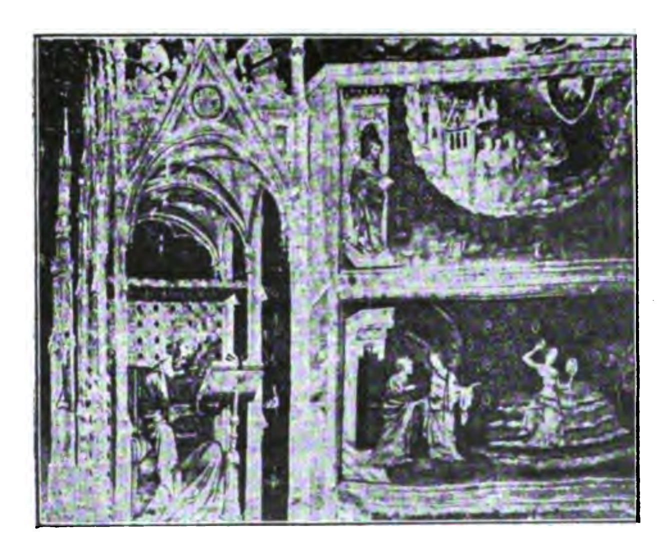


FIG. 2.

(1) Les *Travaux d'Art*, exécutés pour Jean, duc de Berri, par M. A. de Champeaux et P. Gauchery, 1894, avant-dernière planche.

d'anges musiciens, dans les poses les plus variées. Les moulures, en grisaille, font valoir les fonds rouges ou bleus sur lesquels se détachent les personnages.

L'architecture des grands tabernacles s'enlève aussi en grisaille, sur un fond pourpre foncé, tranchant suffisamment avec le bleu et le rouge. Ce fond, très vigoureux, était jadis rappelé par des bandes de o m. 33 de même couleur, placées sous les tableaux, et sur lesquelles on lisait en lettres blanches et initiales rouges les textes de l'Apocalypse, correspondant à chacun d'eux. De barbares ciseaux les ont enlevées partout; on en a retrouvé des lisières de la largeur du doigt, jadis rentrées dans les coutures. Sans ces débris et la présence d'une moulure qui en marque l'encadrement inférieur (N° 61), on ne pourrait affirmer leur existence. Il ne reste malheureusement plus que l'extrémité supérieure des lettres : juste assez pour constater leur couleur, la largeur et l'écartement des jambages, trop peu pour savoir si les inscriptions étaient en latin ou en français.

A remarquer les étoffes à ramages, entremêlées d'initiales, des trônes sur lesquels sont assis les grands personnages, les beaux fleurons semés à droite et à gauche, enfin les curieux papillons aux ailes armoriées d'Anjou et de Bretagne, en l'honneur de Louis Ier et de Marie de Blois ou de Bretagne. Ingénieux motif de décoration, si prisé au XIVe siècle, dont j'ai donné de nombreux exemples dans la *Monographie de la Cathédrale* et dans la *Broderie* (1).

Les fonds bleus et rouges, *tout unis* dans les premières pièces. parurent un peu durs pour une tapisserie vue de très près dans l'origine et non suspendue à une certaine hauteur comme à la cathédrale depuis 1480; Hennequin de Bruges y remédia, en dessinant entre les personnages des rinceaux en camaïeu ou un semis de fleurons. Les initiales de Louis Ier et de Marie de Bretagne, enfin celles d'Yolande d'Aragon sont tissées sur deux des tableaux (Nos 7 et 42).

Inutile d'insister sur le dessin, tracé de main de maître, de certaines figures, des grands personnages et des anges en particulier. sur la manière dont l'action et les gestes sont rendus, enfin sur l'heureux mélange des couleurs. Chacun peut s'en rendre compte *de visu* et apprécier le talent de maître Hennequin de Bruges. Voilà donc la besogne du peintre terminée; la tâche du tapissier va commencer. A lui de rendre avec fidélité *les cartons et les pourtraictures* et de tisser en laine, relevée d'un peu de soie, ces immenses

(1) *La Broderie du XIe siècle jusqu'à nos jours*, Josselin, à Angers, 1890, in-fo illustré de 215 planches en phototypie

pièces de 123 mètres carrés, de façon à satisfaire un connaisseur tel que le duc d'Anjou.

Jusqu'en 1877, le nom du tapissier et celui de l'auteur des cartons nous demeurèrent inconnus.

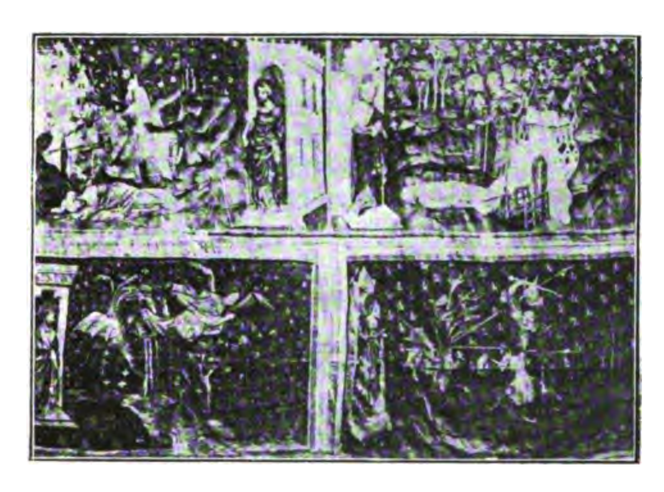


FIG. 3.

A M. Guiffrey, l'éminent directeur de la manufacture des Gobelins, revient l'honneur de les avoir arrachés à l'oubli, en publiant quelques extraits des Registres de la Trésorerie de Louis Ier, conservés aux Archives nationales. En voici trois articles, fort concluants pour notre étude :

« *A Nicolas Bataille, sur la façon de deux draps de tapisserie à* « *l'histoire de l'Apocalice, qu'il a faiz pour M. le duc, le 7 avril* « *1377. 1.000 franz.*

« *A Hennequin de Bruges, peintre du Roy, sur ce qui lui peut* « *ou poura estre deu à cause des pourtraictures et patrons par lui* « *faiz pour les ditz tappis, 28 janvier 1377. 50 franz.*

« *A Nicolas Bataille, tapissier de Paris, sur la somme de* « *3.000 franz, qu'il doit avoir, pour trois tappis de l'istoire de* « *l'Apocalypse, rendus dedans Noel 1379, le 16 juin 1379,* « *300 franz.* »

Ces extraits nous donnent le lieu de la fabrication (Paris), la date de la commande (1377), les noms du dessinateur (Hennequin de Bruges) et du tapissier (Nicolas Bataille), enfin le prix de chaque pièce (1.000 francs). On ne saurait désirer mieux.

D'après M. Guiffrey, le franc de cette époque valait 70 des nôtres :

chaque pièce aurait donc été payée une somme équivalente à 70.000 francs.

Cinq tapis furent exécutés entre le 7 avril 1377 et le 16 juin 1379: le reste suivit sans doute de près.

Il est véritablement merveilleux qu'on ait pu mener à bonne fin une telle entreprise en si peu de temps.

M. Guiffrey a fait connaître notre artiste dans son intéressante brochure « *Nicolas Bataille, tapissier parisien, sa vie, son œuvre* « *et sa famille* ». On y trouvera de curieux détails, bien faits pour donner la plus haute estime de son talent et expliquer la vogue dont cet artiste jouissait dès 1373. Trois ans après, il fournit deux chambres complètes de tapisserie au comte de Savoie, Amédée VI. et plus tard au duc de Touraine, qui devint duc d'Orléans.

J'ai dit plus haut qu'après le don de l'Apocalypse en 1480, par le roi René, toute l'église était tendue, sauf une lacune, que j'estime avoir eu environ 10 à 12 mètres de long. L'Évêque Jean Olivier la combla en 1540, par le don de quatre pièces de tapisserie : « *l'Annonciation*, *la Nativité*, *le Baptême de Notre-Seigneur et la Cène* » (1). Elles étaient ornées de ses armes et furent tout d'abord placées dans le chœur, au-dessus du tombeau du roi René puis, à dater de 1699, dans les transepts.

## III. Les tapisseries, vendues par le chapitre quelques années avant la Révolution

Dans le cours des siècles, le goût public s'était profondément modifié. L'enthousiasme subit pour le Grec et le Romain, les marbres et les dorures, obscurcissait à ce point les esprits qu'il provoqua partout la destruction des statues, des sculptures, en un mot de toutes les productions artistiques du moyen âge. Le terme « *gothique* » appliqué à un monument était, au XVIII^e^ siècle, la suprême injure. Le résultat d'une pareille aberration ne fut pas long.

Presque toutes nos cathédrales furent saccagées, sous prétexte d'embellissement. Au creuset, les tables d'or et d'argent semées de perles et de pierreries (chefs-d'œuvre des orfèvres du XII^e^ et du XIII^e^ siècle); au rebut les missels et les antiphonaires enluminés. Les verrières éclatantes sont remplacées par le verre blanc, les peintures murales disparaissent sous le badigeon, et ainsi de tout le reste. Ni

(1) *Fabrique*, t. II, p. 77 verso.

l'évêque, ni les chanoines d'Angers n'échappèrent à cette funeste influence de la mode : tout ce qui avait une valeur intrinsèque (statues des évêques en bronze, balustrade en cuivre fondu ayant coûté 4.000 livres et vendue au poids 900 livres seulement, tables d'autel en vermeil du XII[e] et du XIII[e] siècle, épitaphes gravées sur cuivre, statues d'argent des patrons de l'église) fut vendu. On brisa sans aucune nécessité les belles sculptures du reliquaire ou trésor, du sacraire, où était déposée l'urne de Cana; enfin on mutila le portail, en enlevant le trumeau, comme le fit l'architecte Soufflot à la porte principale de Notre-Dame de Paris. Combien les tapisseries devaient paraître, à cette époque, d'un dessin barbare, d'un coloris dur et heurté, à nos chanoines, tout émerveillés de leur maître autel à baldaquin, du nouveau buffet d'orgues aux cariatides gigantesques, de leurs autels, chamarrés de pilastres et de colonnes de marbre de tout pays et de toute couleur, il est facile de l'imaginer; aussi cherchèrent-ils un prétexte pour s'en débarrasser.

Le 9 novembre 1767, « *Messieurs, ayant remarqué que les tapisseries causaient aux voix un très grand préjudice, arrêtèrent de ne plus les tendre* ». Quelques réclamations s'élevèrent sans doute. Cette délibération ne fut exécutée que *pour la fête de Pâques 1782*. C'était leur arrêt de mort. « *Le 5 avril 1782, Messieurs du chapitre décident de* VENDRE *toutes les tapisseries, sauf celles qui sont nésessaires pour le reposoir du jeudi-saint et d'en faire annoncer la* VENTE *par la voix des affiches tant de cette province qu'étrangères.* »

Ainsi disparurent toutes les tapisseries. Une note de M. Grille ne laisse aucun doute sur la vente (1); quel dommage qu'il n'ait pas consigné le nom des acquéreurs ! L'Apocalypse seule, à cause de ses dimensions extraordinaires peut-être, ne trouva pas d'amateur et fut transportée à l'époque de la Révolution dans l'abbaye de Saint-Serge, pour garantir les orangers des rigueurs de l'hiver.

On la déposa plus tard dans une salle basse de l'ancien Séminaire (rue Courte), où M[gr] Montault la fit prendre en 1806 pour couvrir les murs en mauvais état des transepts de la cathédrale. Après la pose des confessionnaux et la restauration des murs, elle revint à l'évêché et subit pendant plus de vingt-cinq ans les plus graves détériorations. Croira-t-on aujourd'hui (c'est pourtant l'exacte vérité, affirmée par des témoins oculaires) qu'on en fit des descentes de lit, qu'on en

(1) *Bibliothèque d'Angers*, ms. n° 895, t. VI, p. 48. » Les tapisseries, dont on parait ci-devant l'église dans les solennités et qu'on a *vendues depuis quelques années*, avaient été données, savoir... »

tapissa les stalles des chevaux de l'évêché, qu'enfin on en étendit des morceaux sur les parquets pour les protéger, quand on plafonnait les appartements. On croit rêver, en signalant de pareils actes de vandalisme. De 1830 à 1843, l'Apocalypse décorait aussi la rue de l'Évêché le jour de la Fête-Dieu ou la cour de l'école des Frères, pour la distribution des prix.

La fabrique s'en désintéressa au point de n'élever aucune réclamation quand, en 1845, elle fut mise en vente par *l'Administration des Domaines*, au nombre *des meubles inutiles de l'évêché.*

## IV. Restauration de l'Apocalypse

*L'Apocalypse*, ou pour mieux dire ce qui en restait après un tel gaspillage, fut adjugée à Mgr Angebault pour la somme dérisoire de *300 francs* et rendue à la fabrique.

Sur les entrefaites, un prêtre fort intelligent, M. l'abbé Joubert, (auquel les archéologues doivent tant de reconnaissance), fut nommé custode de la cathédrale. Il consacra son zèle à la restauration de l'Apocalypse, dont il reconnut immédiatement la valeur artistique. « Lorsque les tapisseries me furent remises, écrit-il en 1849, elles « étaient au nombre de quinze, comprenant cinquante-huit sujets « réunis quatre par quatre sans aucun ordre... J'ai trouvé sous les « doublures plusieurs scènes entières et des fragments notables dont « la réunion, habilement opérée, portera notre collection de cin- « quante-huit à soixante-huit tableaux. »

A cette tâche ardue, M. Joubert consacra plusieurs années. Le texte de l'Apocalypse à la main, il eut à reconnaître les différentes scènes, à les mettre dans l'ordre voulu, à former des ouvrières pour rassembler les morceaux coupés et tisser à neuf ce qui pouvait manquer. Il fit si bien qu'un revirement complet se manifesta bientôt dans l'opinion : au dédain succéda l'examen attentif, puis l'estime, enfin l'admiration. M. Joubert parvint à intéresser à son œuvre la fabrique, la Société d'Agriculture, Sciences et Arts et l'État lui-même.

Bientôt l'Apocalypse, si abandonnée quelques années auparavant, devint l'objet de la curiosité et de l'enthousiasme des amateurs. On la tendit sur les cloîtres pour les processions mensuelles du Saint Sacrement.

En 1858, M. l'abbé Barbier de Montault en donna la description dans une brochure intitulée : *Les Tapisseries du Sacre d'Angers.*

A cette occasion, Mgr Angebault écrivit à ce savant auteur (1) : « ... *C'est avec grand plaisir que je verrai votre travail sur nos précieuses tapisseries. Je les ai sauvées du naufrage. Après les avoir rachetées, je les ai données à la Cathédrale. Mais il faut rendre justice à M. l'abbé Joubert; sans lui, ce pauvre Moïse aurait été étouffé. Il en a pris soin comme la princesse égyptienne, et lui a sauvé la vie. Il vous appartient maintenant de le montrer au peuple de Dieu et de l'entourer des prodiges de la science.* »

Voici une des lettres de l'abbé Joubert à M. Godard-Faultrier (l'archéologue angevin bien connu et l'éminent directeur du Musée Saint-Jean pendant de longues années). Elle peint son auteur sur le vif. Il l'écrivit le 5 juin 1858 :

MONSIEUR,

L'intérêt que vous portez à nos tapisseries m'engage à vous prier :

1° De venir encore voir une fois les 39 tableaux de l'Apocalypse (exposés sous les cloîtres), avant que je les enlève pour les remplacer par les Nos 40 à 75.

2° De parcourir chaque numéro 1 à 39, la notice à la main, puis de relire chez vous quelques pages de la préface que Bossuet a mise en tête de son beau commentaire sur l'Apocalypse...

3° De faire connaître dans un article *ad hoc* comment du XIV au XVe siècle on a su rendre avec fidélité les visions de l'apôtre saint Jean...

Ce faisant, vous aurez aidé à la restauration...

En 1864, M. de Joannis publia un album de 78 planches in-f°, intitulé : « *Les Tapisseries de l'Apocalypse* ». C'était plus qu'il n'en fallait pour attirer l'attention des amateurs, qui purent en admirer des spécimens aux expositions successives de Paris.

Enfin, en 1870, M. l'abbé Joubert eut la joie de voir l'*Apocalypse* reprendre sa place d'honneur dans la nef et les transepts de la cathédrale, où elle figura pour la première fois le jour de l'entrée solennelle de Mgr Freppel.

Classée au nombre des *Monuments historiques* de l'État, l'*Apocalypse*, après un rapport de M. de Guilhermy et une visite de M. Darcel, a été restaurée ; une allocation de 4.000 fr. fut accordée dans ce but. Enfin la fabrique y a largement contribué par une subvention de 500 fr. pendant une trentaine d'années.

Actuellement, la tapisserie comprend 71 tableaux entiers : il en manque 19, qu'il serait facile de refaire en agrandissant les minia-

(1) *Répertoire archéologique de l'Anjou*, 1860, p. 371

tures du manuscrit de Cambrai. Pour rétablir l'*Apocalypse* dans son état primitif, il faudrait encore tisser toutes *les inscriptions* aujourd'hui détruites. C'est assurément une coûteuse entreprise, mais aussi le complément de l'œuvre du chanoine Joubert est le seul moyen de rendre à l'Apocalypse ses dimensions et son antique splendeur. S'il ne m'est pas donné d'entreprendre ce travail, je puis toujours exprimer ici le vœu qu'il soit exécuté plus tard.

## V. Autres tapisseries acquises depuis 1849

Le zèle de M. l'abbé Joubert ne se borna pas à la mise en état de l'*Apocalypse*. Il sut habilement profiter de l'ignorance de ses contemporains pour acquérir à vil prix et à pleins tombereaux une énorme quantité de tapisseries, qui passaient entre les mains des revendeurs sans trouver alors d'autre amateur que lui.

Il recueillit ainsi les épaves de plusieurs séries remarquables, ayant jadis appartenu aux églises d'Angers ou des environs : la *vie de saint Jean-Baptiste* (xv^e^ siècle), la *tapisserie de la Passion* (commencement du xvi^e^ siècle), les Anges portant les instruments de la Passion *(fig. 4)* et M^me^ de Rohan jouant de l'orgue *(fig. 5)*, provenant du château du Verger, la vie de saint Saturnin, datée de 1527, l'histoire de Tobie, celle de Samson, (travail de Bruxelles), l'invention de la Vraie-Croix (1615), la vie de saint Maurille (1616), une autre vie de saint Saturnin de 1649, enfin un grand nombre de tapisseries d'Aubusson du xviii^e^ siècle (sujets religieux, chasses ou simples verdures).

Une tenture de saint Jean-Baptiste et de saint Jean l'Évangéliste, donnée vers 1750 par le chanoine Cassin à l'hospice Saint-Jean d'Angers, ayant été mise en vente par l'administration des Hospices en 1870, fut encore acquise par la fabrique.

M. l'abbé Machefer avait remplacé l'abbé Joubert : il marcha sur ses traces et poursuivit avec zèle l'œuvre de son prédécesseur. J'eus la bonne fortune de le seconder, comme membre du conseil de fabrique, et dessinai en 1872 le carton du neuvième tableau de l'Apocalypse, dans lequel il manquait un mètre carré, refait avec succès : il en fut de même du n° 86.

En 1874, la fabrique fit restaurer avec le plus grand soin deux scènes de la *vie de saint Maurille*, de 1461, découvertes dans un grenier, à demi rongées des rats.

La notice de M^gr^ Barbier de Montault étant épuisée, j'en fis

imprimer une autre en 1875, plus détaillée : plus tard, deux autres plus complètes encore et illustrées de planches.

Signalons quatre pièces, dignes d'intérêt, acquises en 1887 et années suivantes. La première, du xv$^{e}$ siècle, représente *Notre-Sei-*

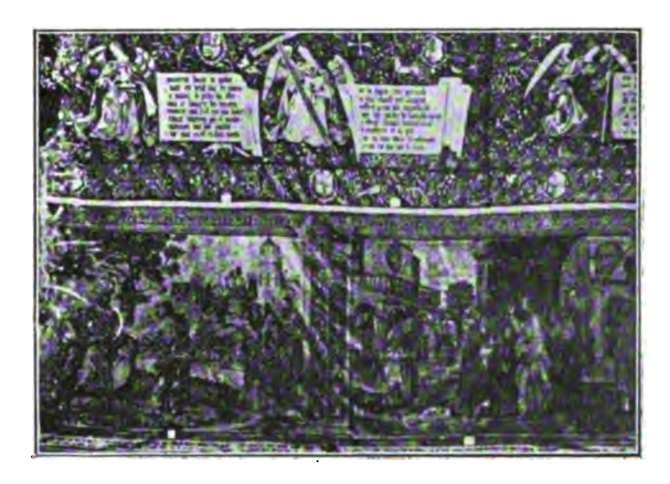


Fig. 4.



Fig. 5.

*gneur devant Pilate*, la seconde, du commencement du xvi$^{e}$ siècle, a pour sujet *Isaac bénissant Jacob*, la troisième comprend deux scènes de la *vie de saint Florent*, de 1527 ; enfin la quatrième, datée

de 1619, paraît être la copie d'un tableau, *La Madeleine aux pieds de Notre-Seigneur*.

Aujourd'hui le temps est passé pour faire des acquisitions de ce genre : il n'y faut plus penser.

## VI. Conclusion

Les tapisseries de la cathédrale sont divisées en deux catégories. Les plus précieuses, réservées *à l'intérieur* du monument, y sont suspendues au niveau de la galerie du mois de mai au mois de novembre chaque année. Les autres servent à décorer *à l'extérieur* les murs de l'église pour les processions de la Fête-Dieu.

Leur ensemble forme une collection pour ainsi dire unique, *incomparable*, dit M. Guiffrey, pour l'étude de la haute lice. Elle permet de constater la transformation successive et la décadence de l'art de la Tapisserie du XIVe siècle jusqu'à la fin du XVIIIe.

En effet, les personnages de l'Apocalypse se détachent merveilleusement de leur fond bleu ou rouge, comme ceux d'un vitrail. Les accessoires (arbres, plantes, meubles) sont traités sommairement, d'une façon plutôt conventionnelle, sans recherche de l'imitation de la nature, pour ne pas distraire le spectateur de l'action rendue par les personnages. Même parti pris que dans les peintures murales, les miniatures ou les verrières contemporaines. Le programme tracé à l'artiste est de décorer une surface *plane* : il reste dans le vrai et ne cherche pas autre chose. Trois ou quatre teintes lui suffisent par couleur pour rendre le mouvement des plis; grâce à des hachures s'avançant d'une teinte sur l'autre, il obtient un modelé suffisant dans ses draperies et un effet très satisfaisant. Il sépare les couleurs différentes par un trait noir ou brun très ferme, produisant la même netteté que les plombs d'un vitrail.

Au XVe siècle, l'amour du détail l'emporte sur la préoccupation de faire saisir avant tout l'action des personnages. On s'efforce d'introduire la perspective. Volontiers on s'ingénie à rendre l'intérieur d'un appartement, le paysage dans lequel se passe la scène historique, les lointaines perspectives. Nous en avons des spécimens dans la tapisserie de *Notre-Seigneur devant Pilate*, dans celles de *saint Maurille, de saint Martin et de saint Jean-Baptiste*.

Au XVIe siècle, cette recherche des détails s'accentue encore ; on multiplie les personnages dont les costumes sont chamarrés des couleurs les plus variées, à ce point qu'ils produisent une confusion

insupportable, comme dans la *tapisserie de la Passion*. Le dessin se perfectionne sous l'habile direction de certains maîtres, comme dans l'*histoire de saint Saturnin*, dont les cartons ont été peints par un artiste florentin du nom de *Polastron;* mais la tapisserie perd son véritable caractère et devient *tableau*.

Au XVII^e siècle, le coloris est souvent fade et monotone. Le jaune, le gris, le rose éclairé par du jaune dominent; à peine si le bleu vient ici ou là enrichir les vêtements des personnages : la tapisserie de l'*Invention de la Vraie-Croix*, de *la vie de saint Saturnin* nous montrent la décadence sous ce rapport. Quelle confusion aussi dans ces belles pièces de Bruxelles représentant *l'histoire de Samson*. Sous la direction de Lebrun, voici venir le *style classique*, tous les personnages sont costumés à la grecque ou à la romaine. Adieu les jolis détails de costume, de mobilier, d'armures, qui faisaient des pièces de tapisserie du moyen âge et même de la Renaissance une mine si féconde de renseignements au point de vue archéologique. On ne se donne pas toujours la peine de faire des cartons spéciaux pour les tapisseries ; on se contente de copier des tableaux de Jouvenet ou autre maître de l'époque. En somme, il n'est pas étonnant qu'à la fin du XVIII^e siècle on se soit désaffectionné des tapisseries, qu'on reléguait, nous dit Mercier dans son tableau de Paris, dans les galetas : elles avaient perdu insensiblement leurs qualités primitives, dont il est si facile d'apprécier le charme, quand on étudie sans parti pris la collection des tapisseries de la Cathédrale d'Angers.

---

## M. Émile GILLES DEPERRIÈRE

à La Grange, commune de La Possonnière (Maine-et-Loire)

### UTILISATION DE LA TOUR SAINT-AUBIN A UN SERVICE PUBLIC PAR LA VILLE

[729.6(44.18)]

— *Séance du 10 août* —

Le Conseil d'arrondissement d'Angers, à sa dernière session, première partie pour 1903, a émis sur cette question le vœu suivant :

« Le Conseil municipal d'Angers est entré dans la voie de l'utilisation
« de la Tour Saint-Aubin à des services publics.
« Un réservoir d'eau, qui ne peut que faire courir des dangers à l'édi-

« fice à la restauration duquel les plus grands soins sont apportés en ce « moment, doit y être installé.

« Le Conseil, sur la proposition que M. Gilles Deperrière, après avoir « entendu M. I. Boulanger, exprime à l'unanimité le vœu que le projet « d'installation d'un réservoir d'eau dans la Tour Saint-Aubin soit aban- « donné et soit remplacé par un autre, qui consisterait à disposer de la « Tour pour le Service confié à la Commission météorologique de Maine- « et-Loire, ce qui serait la sauvegarde du monument, assurerait sa con- « servation et ne mettrait nul obstacle à la continuation de la fabrication « du plomb de chasse qui y est mise en œuvre en ce moment.

« La salle voûtée serait affectée à la bibliothèque, bureau et cabinet « pour la conservation des appareils et instruments en réserve, et la « plate-forme à un sémaphore pour annoncer le temps probable aux « innombrables maraîchers, horticulteurs et agriculteurs dont les exploi- « tations avoisinent Angers. »

Personne ne voudrait mettre en doute la science et l'habileté des ingénieurs qui seraient chargés de construire le réservoir et le Conseil d'arrondissement d'Angers, pas plus que l'auteur de cette note, encore moins que qui que ce soit.

Les questions de solidité, d'agencement du réservoir carré, rond ou annulaire, pour permettre à l'industriel fabricant de plomb de chasse installé en ce moment dans la Tour de continuer sa fabrication, la tuyauterie, la robinetterie, la machine élévatoire destinée à monter l'eau pour remplir le bassin, la canalisation des eaux d'une ville, la vidange de trop-plein, rien de ces objets ne peut être mis en discussion; nul doute qu'entre les mains de nos maîtres en l'art de bâtir que sont nos ingénieurs tout serait parfait et ne permettrait pas le moindre critique. Mais, l'énumération même de tout cet appareil ne vous effraie-t-il pas?

Un monument tout d'élégance, malgré la puissance de ses formes, et sa robuste solidité, est-il fait pour un pareil service?

Une cage dorée convient-elle à un objet vulgaire?

Un édifice ancien, dont rien ne pouvait réparer la perte ou même guérir la moindre blessure grave reçue, peut-il être inconsidérément exposé à des risques?

Une autre solution serait préférable, mais, si l'on tient à utiliser un monument déjà construit, n'a-t-on pas, à une différence de niveau insignifiante et à courte distance, une tour du vieux château à sa disposition?

Là, pas d'objection relative à la solidité. Pas d'élégances auxquelles rien puisse nuire, un monument construit pour la guerre, pour recevoir des chocs ou des instruments pour en produire.

Les anciens mâchicoulis, aujourd'hui détruits, n'étaient-ils pas prévus pour vomir les pierres, la poix brûlante et le reste, amassé dans les flancs de l'édifice ?

N'avait-on pas, dans les couverts intérieurs, les marmites, le combustible pour chauffer les matières de combat ? Les créneaux n'abritaient-ils pas pierres et pesants débris et, plus tard, canons et lourdes coulevrines ?

Eh bien, là où se trouvaient, dans un édifice construit à cet office, de lourds et dangereux matériaux destinés à répandre la mort, ne peut-on aujourd'hui disposer un matériel ni plus ni moins lourd, moins dangereux, mais destiné à donner la vie en facilitant l'application des prescriptions de l'hygiène? ce qui aurait en plus le mérite, une destination éminemment utilitaire étant trouvée au monument, d'en assurer la conservation.

On ne peut que frémir en pensant aux conséquences de l'installation d'un réservoir dans la Tour Saint-Aubin; car, si cette installation peut être imaginée parfaite, il est des chances de dégradation et de destruction auxquelles il ne pourrait être paré dans les conditions qui se présenteraient.

En effet, les effets de la gelée, auxquels on doit ajouter ceux de l'évaporation de l'eau du réservoir dans une salle voûtée, aérée sans doute par des fenêtres, mais des fenêtres qu'il ne serait que vulgairement prudent de clore pour ne les ouvrir qu'en temps utile, ceux de la condensation de la vapeur d'eau atmosphérique sur toutes les parois, tant celles du bassin lui-même que des murs sur leurs faces intérieures, demeurent inévitables.

Sans doute que le bassin pourrait être recouvert entièrement de plaques de liège, pour éviter le résultat de l'eau à la moindre variation de température, mais ces plaques de liège recouvrant les parois extérieures du bassin, dissimuleraient sa surface propre et permettraient à telles misères destructives de la matière utilisée à sa construction de se produire d'une manière occulte, pour, à un moment donné, permettre un cataclysme dont nos neveux ne nous pardonneraient pas d'être les trop légers auteurs !

Est-il utile que je mette en comparaison le service météorologique avec celui des eaux ? je ne le crois pas.

L'un n'utilise que des objets incapables de faire courir le moindre danger à un édifice quelconque, il ne nécessite la présence d'aucun ouvrier armé de matières lourdes ou dangereuses comme celles employées par les plombiers qui ne peuvent travailler qu'en ayant à leur disposition feu, acides, sels sensibles à l'humidité, etc., etc.

Puis, avec le service météorologique, la fabrication du plomb de chasse en ce moment installé dans la tour peut se continuer sans l'ombre d'une difficulté. Il suffirait de laisser subsister le cylindre de chute au travers de la salle voûtée.

Je clos, messieurs, en vous sollicitant de demander l'application de la loi sagement édictée pour sauver les monuments historiques de la destruction et vous priant de faire vôtre le vœu du Conseil d'Arrondissement d'Angers.

---

## M. Émile GILLES DEPERRIÈRE

à La Grange, commune de La Possonnière (Maine-et-Loire)

### MODIFICATION D'UNE PARTIE DU PLAN DE LA VILLE D'ANGERS

*— Séance du 10 août —*

J'ai l'honneur de mettre sous les yeux du Congrès un plan que les circonstances m'ont permis d'étudier et de présenter à M. le Maire d'Angers, en mars dernier 1903, à la suite d'un long entretien auquel M. le Maire m'avait convié, pour lui donner mon avis, en ma qualité de président de la Société des Amis des Arts d'Angers, sur l'utilisation des bâtiments dont la ville peut disposer.

Ce plan a été soumis, le 13 avril 1903, à l'examen de la Commission de voirie, qui m'a fait appeler et a bien voulu m'entendre. Il sera, je l'espère, l'objet de nouvelles études. Aujourd'hui même, ce matin, durant que je parle dans cette enceinte, MM. les ingénieurs procédant à des relevés rue Talot, je viens, à l'instant, de m'entretenir avec eux et je ne désespère pas du succès prochain, au moins de quelques-unes de mes propositions, surtout si vous voulez bien leur faire bon accueil, leur donner la notoriété en publiant mon plan avec cette note dans le livre qui sera destiné à conserver la trace des travaux du Congrès.

Deux points ont fixé mon attention dans l'établissement de mon projet.

1° Il me semble acquis que la Compagnie des chemins de fer d'Orléans, procédant, d'une part, en ce moment, à d'importante acquisition de terrains aux abords de la caserne du Génie et, de l'autre, étudiant la reconstruction de son hall des messageries, ne

modifiera pas l'emplacement du rayon actuel connu sous le nom de gare Saint-Laud.

2° J'estime qu'une ville peut utilement avoir des vues d'ensemble et des projets de longue haleine, dont la complète exécution doit nécessiter des années; je croirais lamentable d'engager l'avenir en adoptant des plans incomplets, susceptibles, par des impossibilités fâcheusement créées, d'arrêter le mouvement des améliorations réalisables avec le temps. Le souvenir des Girault et des Montrieux auxquels Angers doit le Mail, la place de Lorraine, la place du Ralliement, la rue d'Alsace, etc., etc., tous projets grandioses, qui sont exécutés et font honneur à ceux qui les ont conçus comme à ceux qui les ont adoptés, est vivant parmi nous.

Mon plan comprend :

Le prolongement en droite ligne de la rue des Lices jusqu'à la gare des marchandises *(fig. 1)*;

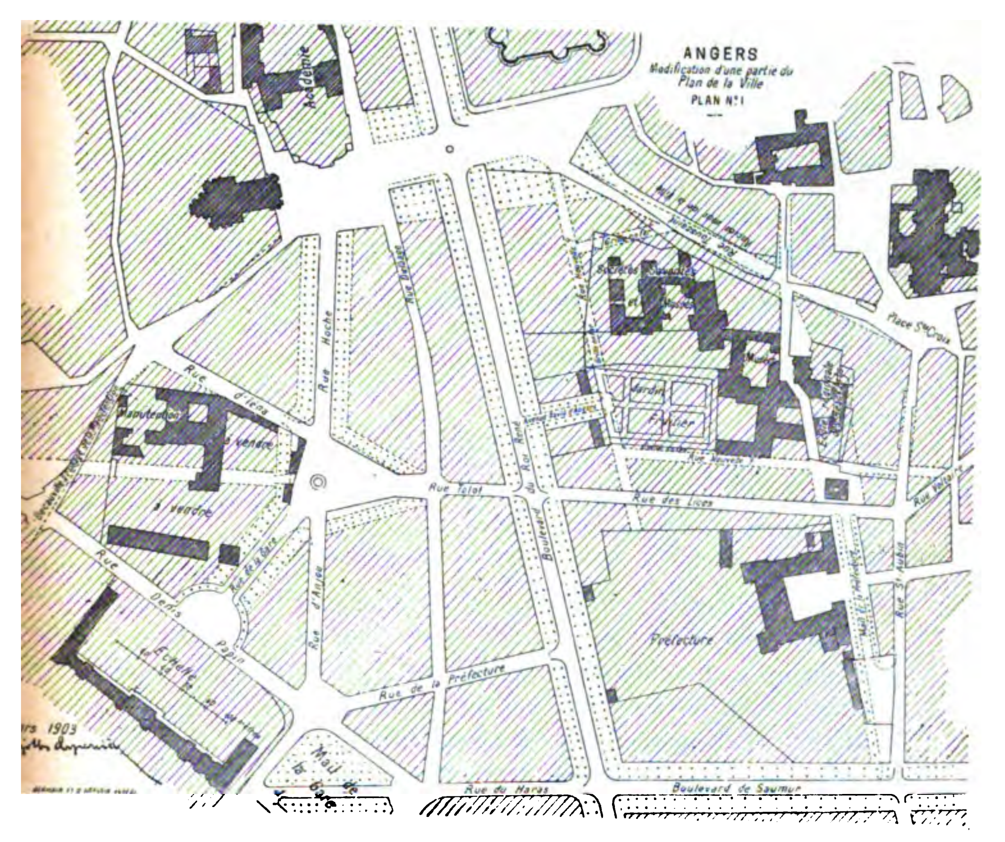



FIG. 1.

La translation des services de la Manutention, aujourd'hui rue Toussaint, dans les bâtiments sous peu devenus municipaux, de la rue Marceau, avec installation d'un Decauville de la cour de la nouvelle Manutention à la gare des Marchandises;

L'affectation des bâtiments de la Manutention actuelle aux Sociétés savantes de la ville et à des salles de Musée, ce qui correspond à son besoin d'urgence immédiate;

Le dégagement de la Tour Saint-Aubin;

La démolition de l'École Régionale des Beaux-Arts actuelle et sa reconstruction, jugée indispensable par le Ministère des Beaux-Arts, avec prévision d'une salle d'exposition adjacente à une cour ouverte où auraient lieu chaque année les expositions de la Société des Amis des Arts (le temple protestant, ancienne église Saint-Éloi, de même que le curieux pont qui relie ce monument au logis Barrault pourraient être conservés);

Le prolongement du Mail de la Préfecture jusqu'au boulevard de Saumur, ce qui permettrait d'apercevoir la Tour Saint-Aubin de la rue Bressigny;

L'encadrement des bâtiments du Musée et Bibliothèque de la ville, de l'ancienne Manutention et du Jardin fruitier, par des rues nouvelles bordées de grilles en fer du côté du Jardin, qui laisseraient la vue de celui-ci aux habitations particulières en bordure sur la rue des Lices et le boulevard du Roi-René, mettant celles-ci entre deux rues avec leurs façades postérieures sur le jardin, on aurait ainsi, au centre de la ville, une véritable Acropole, renfermant dans son enceinte les temples de l'Art à Angers; la dépense, pour une de ces rues au moins, celle parallèle au boulevard du Roi-René, ne serait d'ailleurs pas importante, cette rue devant être prise en grande partie sur le jardin fruitier;

L'ouverture de l'Avenue David d'Angers et sa plantation en boulevards;

La rectification la rue Toussaint suivant les alignements qui s'imposent par suite de l'existence de l'ancien mur de ville du côté de la Cité, et la plantation en mail de ces abords avec la place Marguerite d'Anjou;

L'élargissement de la rue de la Gare et de la rue Hoche transformées en boulevard;

L'élargissement de la place de la Visitation, qui serait plantée d'arbres:

La démolition de l'Hôtel de la Boissière et immeubles voisins, place de l'Académie et place Marguerite-d'Anjou, pour la création de terre-pleins plantés d'arbres en quinconce à cette endroit; l'espace vu devant l'habitation appartenant à M. Dainville serait également planté.

Autant pour répondre aux objections concernant la dépense générale, comme celle particulière qu'entraînerait la transformation des rues de la Gare et Hoche et l'élargissement de la place de la Visitation, que pour signaler à l'attention un système nouveau et beaucoup moins dispendieux, préconisé par le *Petit Journal* dans son numéro du 27 avril 1903, de construction de boulevards proposé par M. Eugène Hénard, l'habile architecte du Palais de l'électricité

à l'exposition de 1900. Je produis un projet, plan n° 2, avec redans pour les rues de la Gare, Hoche et place de la Visitation, sur lequel j'appelle l'attention comme sur mon plan n° 1.

Ce second projet, identique d'ailleurs au premier dans ses lignes principales, offre cependant des dispositions qui rendraient l'exécution générale beaucoup plus économique que le premier, tout en

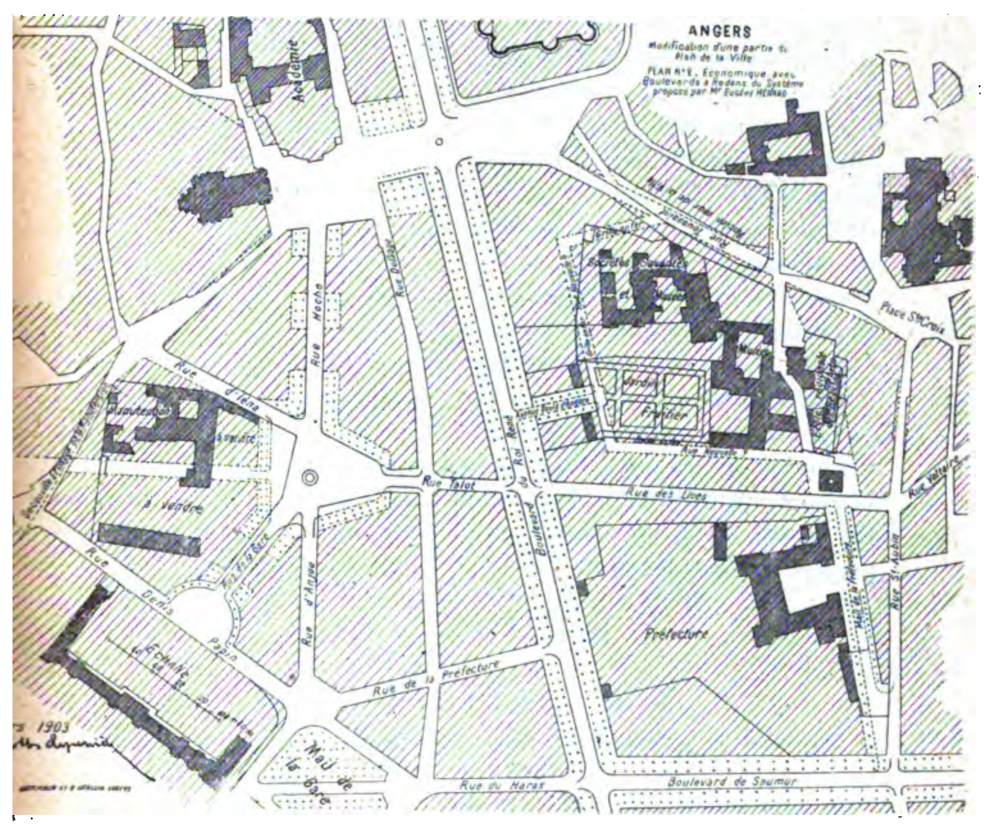



FIG. 2.

donnant quand même satisfaction à l'esthétique et faisant entrer Angers dans une voie ingénieuse et nouvelle, en adoptant les conceptions originales d'un jeune maître qui voit les boulevards de l'avenir avec une partie des habitations en bordure laissant la vue complète de leur architecture, alternant avec des groupes d'arbres.

Aux deux plans 1 et 2, j'ajoute la reproduction mécanique de trois photographies prises très habilement du haut de la Tour Saint-Aubin par M. Cauville, et qui font la preuve de la rigoureuse exactitude

des alignements que je donne, pour les prolongements du Mail de la Préfecture et de la rue des Lices, comme de la possibilité de la conservation de l'ancienne église Saint-Éloi et de l'ancien pont qui relie cette dernière aux bâtiments des Musée et de la Bibliothèque.

La photographie donnant la rue des Lices englobe une partie suffisante du jardin fruitier et espaces avoisinant à l'ouest, pour qu'il soit permis à son aspect de se rendre compte de ce que deviendrait l'ensemble des monuments que je crois pouvoir désigner sous le nom d'Acropole artistique d'Angers.

A observer que, s'il était heureusement donné suite au projet, par l'adoption du plan n° 1 comme du plan n° 2, notamment pour les rues de la Gare et Hoche à transformer en boulevards et la place de la Visitation à planter, une occasion serait offerte à l'initiative privée de doter notre ville d'immeubles particuliers vraiment modernes, comme elle n'en possède pas encore, avec vastes escaliers et ascenceurs, desservant des appartements chauffés et éclairés comme cela se pratique partout aujourd'hui.

Cette heureuse résolution, devenue un fait accompli, arriverait d'autant mieux à son heure, que ce quartier va se trouver abandonné par le petit commerce qui entoure les casernes et dont elles sont la vie, qui émigrera fatalement avec elles. Il y aura donc à pourvoir à une nouvelle utilisation de ces immeubles abandonné et des terrains libres, afin de les approprier pour des besoins nouveaux, comme le permettent mes deux projets.

---

## M. le Chanoine F. POTTIER

Président de la Société Archéologique de Tarn-et-Garonne, à Montauban

### FOUILLES ENTREPRISES EN 1902-1903 DANS L'ÉGLISE ABBATIALE DE SAINT-PIERRE-DE-MOISSAC [913]

*— Séance du 10 août —*

L'Association française pour l'Avancement des Sciences a bien voulu contribuer aux dépenses faites pour les fouilles de Saint-Pierre-de-Moissac (1). Chargé de la direction des recherches, je dois au Congrès un compte-rendu que je m'efforcerai de rendre rapide.

(1) Ces fouilles avaient été entreprises grâce à un secours accordé par le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts.

Visitée par les membres du Congrès en 1902, l'abbaye de Saint-Pierre-de-Moissac (Tarn-et-Garonne) est incontestablement l'un des monuments les plus remarquables du midi de la France. Son cloître de l'an 1100, remanié au XIII^e siècle, est debout et, à l'est, des galeries, des chapelles, la salle capitulaire, la sacristie sont conservées.

Mais l'édifice important est l'église aux vastes proportions.

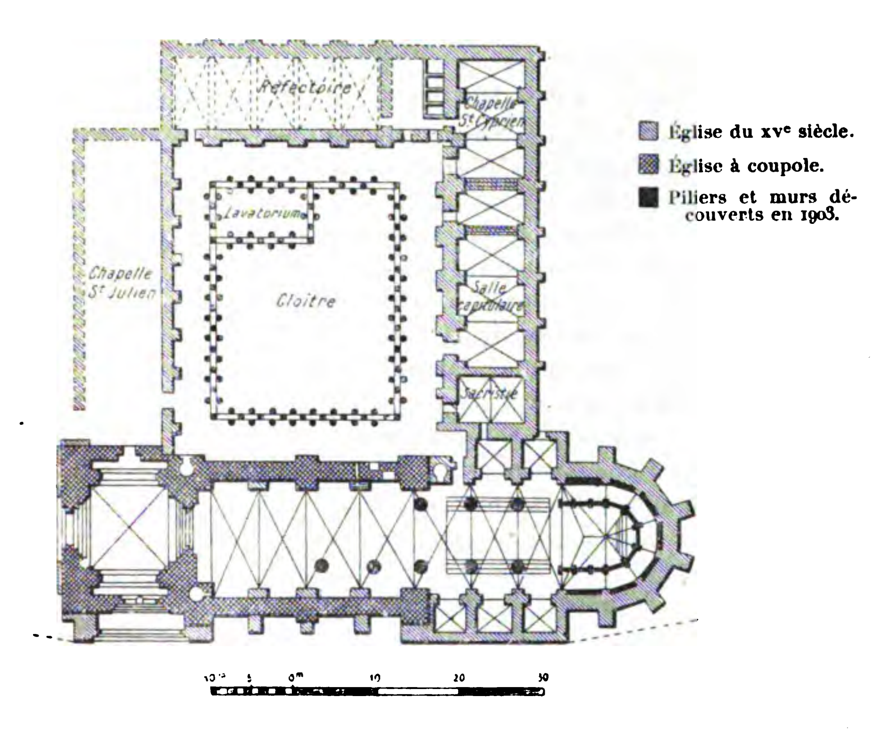



FIG. I. — Plan de l'église abbatiale de Moissac.

Son porche à deux étages est célèbre par les sculptures de son portail et les dispositions de ses voûtes. Élevé probablement de 1095 à 1115, il présente des marbres bien antérieurs et, en particulier, le superbe linteau orné de rosaces.

En pénétrant dans la nef, on voit encore un puissant arc-doubleau, le départ d'autres arcs semblables et de pendentifs destinés à supporter des coupoles, en file, comme il en est à l'ancienne cathédrale de Périgueux, à Cahors, à Souillac et bien ailleurs. Les murs contemporains de cette église existent latéralement dans le bas; ils furent percés de fenêtres en plein cintre murées aujourd'hui.

La nef, divisée en travées, le chœur et le chevet ont été refaits au xv^e siècle et ont des voûtes d'ogive.

Tel est l'aspect de l'église actuelle; il restait à rechercher sous le pavé les traces que pouvaient avoir laissés les édifices antérieurs et quelle était la disposition du chœur de l'église à coupole.

L'histoire nous apprend, en effet, que, sous Louis le Débonnaire dans le monastère fondé, au dire de la tradition locale, par le roi Clovis et ravagé par les Sarrasins, une église fut réédifiée en 835. Elle s'écroula en 1030 et fut remplacée par celle dont la date de consécration (1063) est indiquée par une inscription.

Voici le résultat des fouilles non encore complètement terminées.

Il a existé une église romane antérieure à l'église à coupole (qui probablement n'a jamais été terminée dans les données périgourdines) : les bases de forts piliers de 2m,80 ont été mises à découvert au nombre de neuf jusqu'à présent, elles indiquent trois nefs; quatre d'entre elles devaient, à la croisée du transept, porter un clocher dont il est souvent fait mention dans les archives *(fig. 1)*.

Les piles sont séparées par un espace de sept mètres environ et les collatéraux étaient d'une grande étroitesse.

Au chevet, sous le sol du passage qui règne entre le mur à pans coupés, du xv^e siècle, et l'élégante clôture du sanctuaire élevée au commencement du xvii^e siècle, nous avons découvert une sorte de couloir formé de deux murs semi-circulaires.

Ce déambulatoire rappelle celui qui a été découvert par M. de Farcy dans les fouilles si heureusement entreprises et si habilement conduites dans le sous-sol de la cathédrale d'Angers. M. de Lasteyrie a pensé avec raison que ce couloir étroit avait pu conduire à une confession dont nous n'avons, toutefois, point retrouvé la trace. L'appareil, épais et de forme allongée, semble indiquer que cette partie de l'édifice remonte à l'église carlovingienne.

Les fouilles n'ont amené la découverte d'aucune sépulture importante ni d'aucun objet de valeur; seulement des carrelages émaillés du xiii^e siècle, des dallages en marbre noir de forme octogonale et quelques fragments de sculpture, soit sur marbre blanc, soit sur pierre, par exemple des entrelacs en méplat, et, de plus, substructions gallo-romaines.

Il restera à s'assurer de l'importance des transepts, à constater si ces absidioles ne s'ouvraient pas au levant et si une confession n'existait pas au chevet.

---

M. Ch. COTTE

à Marseille

## SUR UNE FOSSE BUCHER DU DÉPARTEMENT DE VAUCLUSE

— *Séance du 10 août* —

On signale fréquemment des fosses renfermant des cendres ou d'autres traces de foyers, de destinations et d'âges très divers.

Aussi, m'occupant d'études préhistoriques, j'eus, en 1902, la curiosité de fouiller une fosse de ce genre située dans le Vaucluse. Mes recherches m'ont prouvé que les restes étudiés sont relativement récents; néanmoins, il me paraît intéressant de faire à ce sujet une communication au Congrès.

En suivant la petite route de Saint-Martin de la Brasque à la Tour d'Aigues et à 200 mètres du premier village, on pouvait remarquer, dans le talus soutenant une vigne, une large zone grise ou blanchâtre comprise entre deux murailles qui s'enfonçaient sous le champ, suivant une direction oblique à la route.

Cette fosse avait été découverte lors de l'élargissement de la route qui en a fait disparaître une partie. Auparavant, elle était dissimulée par un mur de soutènement. Les ouvriers avaient trouvé vers la base des couches archéologiques quelques ossements et un fragment d'instrument qu'ils comparaient à un gril; il était composé de lames de fer parallèles entre elles, fixées à une autre lame perpendiculaire. Cet objet a été égaré.

Grâce à l'amabilité de M. Névière, propriétaire du champ, j'ai pu étudier ce gisement.

J'ai fouillé la fosse, couche par couche, sur une aire de 2 m. 40 de longueur sous la vigne et une largeur de 3 m. 90 comprise entre les deux murailles; en outre, j'ai prolongé cette fouille par une galerie de 3 m. 80 de longueur en suivant la muraille N.-O. au niveau du sol de la fosse. Sauf pour les couches superficielles, j'ai tamisé soigneusement toute la terre extraite.

Voici quelle est la disposition de cette fosse :

Un grès *(safre)*, assez compact dans les couches profondes, plus tendre dans les couches superficielles, forme à cet endroit les flancs

du coteau ; son pendage est vers le ravin ; il est recouvert par une épaisseur variable de terre arable.

C'est dans la terre, le grès tendre et le grès compact, qu'une fosse a été creusée ; elle mesurait : 3 m. 90 de largeur, 2 m. 30 de profondeur moyenne, et 8 m. 50 de longueur au minimum, y compris la partie détruite lors de l'élargissement de la route. Au niveau de la terre et du grès tendre on a élevé des murailles reposant sur le grès compact ; les parois au niveau de ce grès ont été taillées très irrégulièrement, de sorte que cette roche tantôt forme saillie dans la fosse, tantôt se dérobe presque sous la muraille. Le fond de la fosse est incliné d'une façon générale de l'angle S. à l'angle N. ; il forme dos d'âne dans le sens de la longueur et ménage près des parois deux rigoles ; celle de la paroi N.-O. est la plus profondément marquée. Dans l'angle O. de la fosse le fond se relève brusquement sur une hauteur de o m. 30 environ et forme une sorte de terrasse de 1 m. 80 de longueur. Sur cette partie en rehaut étaient placées de nombreuses pierres posées de délit parallèlement à la muraille N.-O. et si étroitement juxtaposées que la terre n'avait pu s'insinuer entre certaines d'entre elles. La plus grosse de ces pierres pèse une quarantaine de kilogrammes.

Les murailles de la fosse sont très inégales. La muraille S. E. a une épaisseur moyenne de o m. 36 ; elle est d'une construction très défectueuse. La muraille N.-O., d'une épaisseur moyenne de o m. 45, plus soignée que la précédente, présente, vers la partie supérieure, quelques assises dont la régularité rappelle, de loin il est vrai, l'appareil romain. Ces murailles ont été bâties avec de la boue. Au sommet de la muraille N.-O., une pierre, demeurée seule d'une assise disparue, atteste que la fosse est demeurée longtemps ouverte ou qu'elle a été comblée et rouverte à diverses reprises ; au reste des pierres assez nombreuses, qui se trouvent à divers niveaux dans la fosse, outre les pierres de l'angle O. déjà indiquées, sont situées principalement près des murailles dont elles semblent avoir été détachées.

Dans la plus grande partie de la fosse, sauf dans l'angle O. où se trouvent les pierres juxtaposées, une couche de cendres peu épaisse repose immédiatement sur le fond de grès ; ce dernier est fortement calciné. Au-dessus se trouvent alternés des lits de terre grise, de cendres et de matières charbonneuses. Ces lits règnent jusqu'au niveau du sommet des murailles, soit sur une hauteur moyenne de 2 m. 30. L'épaisseur totale des couches de cendres pures est d'environ o m. 50 ; l'une d'entre elles, à elle seule, a une épaisseur de

o m. 20. La terre grisâtre surmonte la dernière couche de cendres. Il est à observer que la couleur grise de la terre est d'autant plus prononcée que l'on considère un lit plus élevé. Il semblerait qu'à chaque nouveau foyer on enlevait la terre recouvrant les restes du bûcher précédent pour les rejeter ensuite sur les cendres du nouveau ; et ainsi, la terre étant toujours extraite avec des portions du bûcher antérieur, devenait de plus en plus grise. Les lits de cendres vont en se relevant près des murailles et s'étendent sur toute la surface de la fosse pour s'arrêter cependant à o m. 20 environ des parois. Les couches inférieures se relèvent surtout dans l'angle O. pour recouvrir directement les pierres juxtaposées citées plus haut.

Malgré le tamisage soigneux des terres, je n'ai pu recueillir qu'un très petit nombre de débris.

Les couches superficielles, remuées par la culture, renfermaient des fragments de poterie actuelle.

Dans les couches immédiatement sous-jacentes, j'ai ramassé un fragment de poterie d'aspect franchement néolithique et un morceau de fine lame en silex blond. Ces terres proviennent évidemment des parties supérieures du coteau lentement éboulées.

Dans la fosse j'ai recueilli : des débris de briques ; des fragments de poteries à vernis variés, spécialement à vernis jaune avec taches brunes ayant un reflet métallique ; des ossements non caractérisables d'animaux présentant souvent des traces de calcination ; des coquilles d'amandes et quelques objets en fer. Ces objets sont : trois clous forgés de diverses grosseurs, une moitié de fer à cheval, une sorte de petite boucle que l'oxydation m'a empêché d'étudier et une pointe de trait. Cette pointe est l'objet le plus intéressant ; c'est une sorte de carreau d'arbalète, mais sa tête trapue est triangulaire ; sa longueur totale est de o m. 055 *(fig. 1)*.

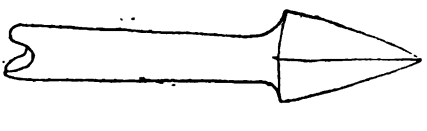


FIG. 1.

Citons pour mémoire un tibia de mouton coupé et arrondi aux deux extrémités qui a pu servir de manche et une partie d'un galet plat qui présentait comme un godet large et peu profond dont il serait téméraire, je crois, d'affirmer l'origine naturelle ou industrielle.

Conclusions. — Il me paraît difficile d'indiquer la destination de cette fosse. Les résultats me conduisent plutôt à exclure quelques hypothèses qu'à en former. Le soin apporté à la construction, la faible quantité de débris trouvés, la régularité des foyers empêchent d'y voir une fosse à ordures.

L'époque récente des objets recueillis empêche également de croire à des bûchers funèbres ou religieux.

Tout au plus puis-je trouver des rapprochements avec d'autres amas de cendres, moins importants, déjà signalés. La fosse étudiée se trouve au pied du Castellas, mamelon dominé par les ruines d'un château qui dut être dans sa splendeur au XI[e] siècle. Sur les flancs de ce coteau existent encore un certain nombre de grottes artificielles creusées dans le safre, datant probablement du moyen âge et à l'entrée desquelles on trouve des poteries vernies semblables à celles de la fosse que je viens de décrire. Il semble donc possible de rapprocher cette fosse de l'amas de cendres des grottes de Calès (Bouches-du-Rhône), cité par Saurel lors du Congrès Archéologique de France de 1882 (p. 132 s.). Ces grottes sont aussi creusées dans le safre; on y a trouvé des monnaies de toutes les époques.

Rappelons en passant qu'au même Congrès on a signalé dans le Vaucluse des silos avec cendres au fond.

---


## M. le Dr GODON

Directeur de l'École dentaire de Paris


---

### L'ENSEIGNEMENT PRÉPARATOIRE DE L'ÉTUDIANT EN CHIRURGIE DENTAIRE CONSIDÉRÉ COMME PREMIÈRE ANNÉE D'ÉTUDES DANS LES ÉCOLES DENTAIRES

[617.6(07)]

*— Séance du 5 août —*

#### LE P. C. N. DENTAIRE

Tous ceux qui s'occupent d'enseignement dentaire ont été amenés à reconnaître qu'il y aurait avantage à augmenter d'une manière spéciale, en même temps que l'habileté manuelle, les connaissances scientifiques préliminaires que l'étudiant en chirurgie dentaire doit posséder en physique, en chimie, en histoire naturelle; à systématiser, en un mot, l'enseignement préparatoire du chirurgien-dentiste.

Le certificat d'études dit P. C. N. (physique, chimie, histoire naturelle), institué en France dans les Facultés des Sciences pour les étudiants en médecine, nous avait semblé de nature à donner satisfaction à ce desideratum, d'autant plus que le certificat d'études primaires supérieures permet l'admission aux études du P. C. N., comme nous l'indiquions dans une communication précédente (1).

Mais le programme de cet enseignement est très scientifique, parce qu'il prépare également à la licence ès-sciences ; par suite il n'est pas assez spécial, même pour les étudiants en médecine, dit-on ; de plus, il y manque les travaux pratiques techniques reconnus nécessaires pour l'étudiant en dentisterie. Enfin, nous avons pu nous convaincre qu'il ne serait pas possible d'obtenir de l'Administration de l'instruction publique qu'il fût suffisamment modifié pour donner satisfaction aux desiderata de la profession dentaire. Aussi nous nous sommes demandé si l'on n'obtiendrait pas un meilleur résultat en créant, pour les étudiants en chirurgie dentaire, un véritable P. C. N. spécial, comprenant une partie scientifique spéciale et aussi une partie technique, soit un *P. C. N. dentaire*, ou P. C. N. à l'École dentaire.

Il suffirait pour cela de transformer la première année scolaire dans les écoles qui ont adopté la scolarité de quatre années en une véritable année préparatoire de P. C. N. dentaire, organisée spécialement pour les dentistes avec la partie scientifique complétée par une partie artistique et manuelle d'après le programme exposé ci-dessous.

Le Congrès dentaire international de Paris 1900 a indiqué dans un de ses vœux ce que devrait être l'éducation préliminaire du chirurgien-dentiste :

« Une instruction littéraire avec la connaissance de deux langues vivantes ;

« Une instruction scientifique ;

« Une instruction artistique et manuelle (2). »

La Fédération dentaire nationale française a adopté le même vœu dans la séance du 24 mai 1902, dans les termes suivants :

« L'instruction générale nécessaire à l'étudiant en dentisterie, avant d'être admis à suivre l'enseignement professionnel, doit comprendre :

(1) Voir communication au Congrès des sciences médicales de Madrid, 1903, sur l'enseignement dentaire.

(2) Voir 1er volume du IIIe Congrès dentaire international de Paris en 1900.

« 1° Une instruction littéraire avec la connaissance de deux langues vivantes ;

« 2° Une instruction scientifique élémentaire;

« 3° Une instruction artistique et manuelle (1). »

La Fédération dentaire internationale, dans le programme d'enseignement qu'elle a adopté dans ses trois sessions de Cambridge, Stockholm et Madrid, a indiqué à peu près les mêmes obligations (2).

Il nous semble inutile de revenir sur les arguments que l'on a fait valoir pour démontrer la nécessité d'une éducation artistique et manuelle préparatoire pour le chirurgien-dentiste.

La cause paraît depuis longtemps entendue sur ce point dans tous les pays, comme nous l'avons montré dans les communications précédentes.

Rappelons pourtant l'intéressante communication du Pr. Guilford à la session de Stockholm en 1901. (Voir *L'Odontologie*, 1903.)

On aurait souhaité que l'éducation préliminaire spéciale *tout entière* de l'étudiant chirurgien-dentiste pût se faire au point de vue artistique et manuel, comme au point de vue scientifique, soit pendant ses études classiques, soit après, mais avant son entrée à l'École dentaire, comme cela avait lieu anciennement avec l'apprentissage. Il y a à cela de telles difficultés résultant du temps que prennent les études classiques et les nécessités de cette préparation sont si spéciales qu'après avoir envisagé les divers procédés nous avons été amené à proposer la transformation de la première année des Écoles dentaires en année d'enseignement préparatoire spécial, ce qui nous paraît être conforme à l'évolution actuelle des idées et d'une réalisation plus pratique!

Il n'en restera pas moins très utile pour l'élève qui désire devenir un bon chirurgien-dentiste de commencer, lorsque cela est possible, sa préparation artistique et manuelle pendant ses études classiques, s'il doit les terminer à 18 ans, ou s'il doit les terminer à 16 ans, entre la fin de ces études et son entrée à l'École. Nous allons indiquer sommairement comment les choses se passeraient dans ces conditions. (*Voir tableau ci-après page 1395.*)

(1) Voir compte rendu de la Fédération dentaire nationale (session de Paris) 1902.

(2) Voir compte rendu de la Fédération dentaire internationale (session de Madrid 1903, Dr Roy, *L'Odontologie*, 1903.)

ÉDUCATION PRÉPARATOIRE DU CHIRURGIEN-DENTISTE PENDANT SES ÉTUDES CLASSIQUES TERMINÉES A 18 ANS. *(Travail manuel au Lycée.)*

Nous devons constater que les réformes apportées récemment dans l'enseignement secondaire en France viennent appuyer singulièrement notre thèse et faciliter la mise en pratique des vœux du Congrès de 1900. Ainsi, au point de vue littéraire et scientifique, la réforme du baccalauréat en quatre catégories permet la préparation rationnelle du chirurgien-dentiste. Il lui suffit de se préparer au baccalauréat *sciences* et *langues vivantes* pour réaliser la 1re et la 2e partie du vœu en question (1).

Quant à la partie du vœu relative à l'enseignement artistique et manuel, elle trouve déjà son application dans l'enseignement primaire supérieur, où les élèves sont initiés aux travaux manuels ; il va bientôt en être de même dans l'enseignement secondaire, comme nous le montre le rapport suivant (2) que nous vous proposons d'appuyer et qui a été déposé par le Vice-Recteur de l'Université de Paris, M. Liard, au Conseil supérieur de l'Instruction publique à la session de juillet 1903. Je vous en cite quelques extraits.

(1) Voir rapport de M. Papot, à Montauban. *Bulletin de la F. D. N.*, n° 3, p. 22.

(2) La Section d'Odontologie de l'A. F. A. S. et la Fédération dentaire nationale ont adopté, à la suite de cette communication, le vœu suivant :

VŒU SUR L'ENSEIGNEMENT MANUEL

La Section d'Odontologie de l'Association française pour l'Avancement des Sciences dans sa séance du 5 août 1903, session d'Angers ;

Considérant : 1° Que M. le Vice-Recteur de l'Académie de Paris vient de déposer au Conseil supérieur de l'Instruction publique un rapport tendant à l'organisation du travail manuel dans les lycées et collèges ;

2° Que les études dentaires nécessitent de la part de l'étudiant en dentisterie un grand développement de son habileté manuelle qui ne saurait être commencé de trop bonne heure ;

3° Qu'un enseignement artistique et manuel a été constamment réclamé dans le programme des études préliminaires de l'étudiant en dentisterie (voir vœu n° 7 du Congrès dentaire international de Paris, 1900) ;

Félicite M. le Vice-Recteur de l'Université de Paris d'avoir proposé d'adjoindre un programme d'enseignement manuel au programme d'enseignement secondaire ;

Émet le vœu que cet enseignement manuel soit organisé le plus tôt possible dans les lycées et collèges et que l'attention des jeunes gens qui se destinent aux études dentaires soit appelée sur l'utilité plus spéciale pour eux de cet enseignement manuel ;

Prie M. le Président de l'Association de transmettre le présent ordre du jour à M. Liard, Vice-Recteur de l'Académie de Paris.

*(Ce vœu, n'ayant pas été transmis au Conseil, n'a pu être soumis au vote de l'Assemblée générale.)* [Note du Secrétariat].

### *Le travail manuel au lycée*

« La question de l'organisation du travail manuel dans les lycées et « collèges est en bonne voie d'aboutissement.

« Le Vice-Recteur de l'Académie de Paris vient d'adresser au ministre « de l'Instruction publique son avis nettement favorable.

« Rappelons que l'année dernière, déjà, plusieurs membres du Conseil « supérieur de l'Instruction publique avaient déposé l'important vœu que « voici, relatif à l'organisation du travail manuel :

« Considérant que l'adresse du corps et la finesse des sens ne sont pas « des objets négligeables dans une éducation vraiment complète ;

« Que non seulement ces qualités ont une importance pratique de pre- « mier ordre dans la vie et dans nombre de professions, même libérales: « mais que, d'après de nombreuses observations psychologiques précises, « elles vont de pair avec le développement de l'intelligence ;

« Qu'en effet les travaux manuels exercent les facultés d'observation, « d'imagination et d'invention, de combinaison et de réflexion ;

« Que, plus particulièrement, ils familiarisent l'esprit avec nombre de « lois géométriques, mécaniques ou physiques élémentaires et que l'ins- « truction ainsi acquise est une utile préparation et une base presque « nécessaire de l'enseignement scientifique proprement dit ;

« Que, indépendamment de ces différents avantages pratiques ou intel- « lectuels, il n'est peut-être pas sans quelque intérêt moral de prémunir « les jeunes gens, par la pratique du travail manuel, contre des préjugés « encore trop répandus qui le déconsidèrent au profit trop exclusif de la « vie purement intellectuelle ;

« Que, enfin, la pratique des travaux de ce genre peut fournir à nos « élèves une distraction à la fois hygiénique et intelligente, qu'ils seraient « heureux de trouver pour varier leurs récréations ;

« Emettent le vœu que l'administration veuille bien étudier, favoriser « et provoquer l'organisation, par les proviseurs et principaux, dans « tous les cas où cela sera possible, d'ateliers de travail manuel où les « élèves de leurs établissements auraient accès sous des conditions déter- « minées. »

La section permanente du Conseil supérieur ayant émis l'avis qu'il y avait lieu de mettre la question à l'étude, le ministre pria le Vice-Recteur de l'Académie d'en saisir les assemblées des professeurs des lycées et collèges du ressort et de lui adresser, avec son avis personnel, un résumé des délibérations de ces assemblées.

C'est ce rapport que vient d'achever M. Liard.

Il est évident que, dans les pays où cela est dans les usages, comme aux États-Unis dans les *Manual Trainings*, le développement de l'habileté artistique et manuelle des jeunes gens par le dessin, le modelage et les travaux pratiques sur le bois et le fer, en même temps que ces jeunes gens reçoivent l'éducation générale, est une

excellente chose qui serait des plus utiles à l'étudiant chirurgien-dentiste; malheureusement ce procédé d'éducation est peu répandu, par suite encore peu pratique ; mais il doit être recommandé chaque fois qu'il peut être appliqué. C'est ce qu'ont fait souvent, sur nos conseils, plusieurs pères de famille.

Mais les préparations résultant de ces réformes, lorsqu'elles seront appliquées d'une manière générale, ne pourront composer qu'une éducation préliminaire, artistique et manuelle, très sommaire du chirurgien-dentiste, on le comprend; il restera toujours place pour une année d'études préparatoires spéciales telle que nous proposons de l'organiser, analogue à celle de l'étudiant en *médecine* avec le P. C. N.

ÉDUCATION PRÉLIMINAIRE DU CHIRURGIEN-DENTISTE ENTRE LA FIN DE SES ÉTUDES TERMINÉES A 16 ANS ET SON ENTRÉE A L'ÉCOLE DENTAIRE.

L'enseignement artistique et manuel de l'étudiant chirurgien-dentiste avant son entrée à l'École dentaire est actuellement donné sous différentes formes dans les conditions suivantes :

1° *Dans les ateliers de divers métiers ayant certains rapports avec la prothèse dentaire ;*

2° *Par un apprentissage dans le laboratoire d'un dentiste avant l'entrée à l'École dentaire, comme en Angleterre ou en Allemagne;*

3° *Dans les cours préparatoires spéciaux comme l'Institute of dental technology de Londres.*

Le premier procédé a l'avantage de pouvoir être employé partout, parce que partout on trouvera des menuisiers, des serruriers, des bijoutiers, pour faire faire à l'étudiant une ou deux heures par jour de travaux pratiques sur le bois, le fer et les métaux précieux, le reste du temps pouvant être employé aux cours scientifiques et littéraires destinés à compléter l'éducation générale de l'élève et aux cours de dessin et de modelage.

L'apprentissage chez le dentiste est en Angleterre et en Allemagne et a été longtemps en France le procédé d'éducation manuelle de l'élève dentiste pour l'étude de la prothèse pratique au laboratoire. Il offre de nombreux inconvénients, tenant notamment aux aptitudes souvent insuffisantes du patron à l'enseignement ; de plus il ne comprend aucun enseignement scientifique théorique complémentaire.

Du reste, la Commission internationale d'enseignement l'a définitivement condamné dans sa réunion de Madrid 1903.

L'École de technologie, ou cours spécial avant l'entrée à l'École dentaire, semblait réaliser le mieux ledit enseignement, comme l'avait compris le Dr Georges Cunningham en créant son Institut de technologie dentaire, parce que le programme était à peu près complet au point de vue scientifique comme au point de vue technique; malheureusement le succès n'a pas récompensé ses efforts.

Peut-être cette création pourra être reprise utilement dans les villes où existent des centres importants d'enseignement dentaire.

En attendant, pour les étudiants qui terminent à 16 ou 17 ans leurs études classiques par l'obtention du certificat d'études primaires supérieures ou du certificat d'études secondaires, l'apprentissage reste encore provisoirement, comme nous l'avons dit plus haut, un moyen pratique de compléter leur éducation artistique et manuelle avant leur entrée à l'École dentaire, qui ne devrait avoir lieu normalement qu'à l'âge de 18 ans. A cet apprentissage, formant l'enseignement manuel, peuvent être adjoints des cours scientifiques et littéraires choisis par l'étudiant pour compléter son éducation générale, suivant les principes indiqués ci-dessus, et des cours de dessin et de modelage comme nous l'indiquons plus haut.

## PROGRAMME DE L'ENSEIGNEMENT PRÉPARATOIRE SPÉCIAL DE L'ÉTUDIANT EN CHIRURGIE DENTAIRE CONSIDÉRÉ COMME PREMIÈRE ANNÉE D'ÉTUDES DANS LES ÉCOLES DENTAIRES OU P. C. N. DENTAIRE.

Lorsque l'étudiant en dentisterie se sera préparé à ses études dentaires proprement dites par l'un des divers procédés à sa disposition que nous venons d'examiner plus haut, il n'en aura pas moins une préparation bien incomplète pour les besoins du nouvel enseignement professionnel qu'il va aborder et la nécessité d'une année de P. C. N. dentaire reste aussi justifiée pour lui que le P. C. N. pour l'étudiant en médecine.

Le programme de cette année de P. C. N. dentaire peut être établi sur les bases suivantes :

La moitié de la journée doit être consacrée aux études et travaux pratiques scientifiques, l'autre moitié (au moins quatre heures par jour), aux études et travaux pratiques de l'enseignement artistique et manuel technique, sans que les étudiants soient admis à l'opérer sur le malade. *(Voir le tableau ci-après, page 1395.)*

### *Programme scientifique*

Le programme scientifique comprend des cours théoriques sur la physique et la mécanique, la chimie et la métallurgie, dans leurs applications à l'art dentaire, l'anatomie et la physiologie humaine comparées; ces cours théoriques sont complétés par des travaux pratiques de laboratoire.

Dans cet ordre d'idées, l'enseignement pratique de l'anatomie comparée a grandement progressé cette année à l'École dentaire de Paris par l'organisation des cours pratiques de dissection sur le chien et les animaux.

Je laisse à M. le professeur Julien, qui a eu l'honneur de les organiser et de les diriger, le soin de vous en faire connaître l'utilité et les résultats (1).

Je n'insiste pas sur le programme des cours de physique, chimie, etc. qui existent déjà dans la plupart des écoles, et j'aborde tout de suite le programme technique.

### *Programme technique*

Le programme technique comprend des cours théoriques et des travaux pratiques. Les cours théoriques portent sur les éléments d'anatomie dentaire, de pathologie dentaire, de thérapeutique spéciale, de dentisterie opératoire et de prothèse.

Les travaux pratiques portent sur la prothèse au laboratoire et sur la dentisterie opératoire, sur l'*appareil fantôme*.

#### ENSEIGNEMENT PRÉPARATOIRE DE LA PROTHÈSE

Le programme d'enseignement pratique élémentaire de la prothèse peut ainsi être divisé :

Dessin et travaux sur le bois;

Dessin et travaux sur le fer;

Modelages et travaux sur métaux précieux (or, argent, etc.);

Modelages et travaux de prothèse élémentaire.

Le programme de la prothèse ci-dessus est appliqué à peu près ainsi à l'École dentaire de Paris sous la direction du professeur, M. Martinier, aidé de son chef des travaux, M. L. Cecconi. Je n'in-

(1) Voir *Rapport sur l'enseignement de la dissection sur le chien*, par le Dr Julien. Communication à la Section d'Odontologie de l'Association française pour l'Avancement des Sciences, Angers, 1903.

sisterai pas autrement qu'en signalant l'utilité d'y introduire pour les commençants le dessin et le modelage, que nous avons ajoutés à ce programme.

### ENSEIGNEMENT PRÉPARATOIRE THÉORIQUE ET PRATIQUE DE LA DENTISTERIE

L'enseignement préparatoire de la dentisterie opératoire, que nous avons eu l'honneur d'organiser, il y a quelques années, à l'École dentaire de Paris, avec l'excellent concours des chefs de clinique, M. Blatter pour la partie pratique, MM. de Croës, Mahé, Audy, Paulme et Devoucoux pour la partie théorique, et que nous avons déjà présentés en 1902 à la Fédération dentaire nationale à Paris, au Congrès des Dentistes allemands de Munich, au Congrès de la Société dentaire américaine d'Europe à Stockholm et au Congrès des sciences médicales à Madrid cette année, a sa place ici dans l'enseignement préparatoire nécessaire à l'étudiant en dentisterie et rentre ainsi dans le programme de l'éducation artistique et manuelle.

En effet, on peut estimer qu'il fait partie intégrante du programme de la première année préparatoire à l'enseignement dentaire pratique proprement dit, c'est-à-dire l'enseignement clinique sur le malade. C'est ainsi qu'on le considère dans la plupart des écoles qui l'ont adopté.

Ce programme comprend trois grandes divisions, réparties chacune sur cinq semaines de cours, soit quinze semaines, représentant environ quatre-vingt-dix leçons pratiques de deux heures chacune, spécialement réservées aux démonstrations du démonstrateur et aux exercices pratiques de l'étudiant.

1re *division :* Démonstrations, exercices et travaux pratiques de dentisterie opératoire au laboratoire, sans le tour, sur des dents artificielles en caoutchouc blanc vulcanisé, en bois ou en ivoire, implantées dans des blocs de plâtre (caries des 1er et 2e degrés).

2e *division :* Démonstrations, exercices et travaux pratiques de chirurgie dentaire et de dentisterie opératoire au fauteuil d'opérations sur l'appareil « fantôme » avec emploi du tour, sur dents naturelles implantées dans des blocs de plâtre (caries des 3e et 4e degrés).

3e *division :* Exercices d'ablation du tartre, de nettoyage des dents ou d'extraction sur l'appareil « fantôme » ou le squelette (fixés sur le fauteuil d'opérations).

Nous nous bornons à déposer sur le bureau, à la suite de cette communication, le programme détaillé qui a déjà paru dans les communications précédentes avec lés quelques modifications qui y ont

été apportées dans la dernière année. Nous nous contenterons d'appeler votre attention sur quelques-unes de ces modifications que nous avons appliquées à nos travaux pratiques dans le but d'en faciliter l'exécution. M. Blatter a signalé ces modifications à Paris à la session de la Fédération dentaire nationale en avril ; je les ai signalées moi-même à Madrid, en présentant les travaux pratiques exécutés par les élèves, dont nous vous présentons les principaux spécimens. Ces modifications sont :

1° Des *moules* en cuivre pour l'exécution des dents de caoutchouc nécessaires pour l'étudiant après qu'il a terminé ses dessins ; nous avons pu, grâce au concours de M. Delair, faire faire des moules qui nous permettent d'obtenir en quantité suffisante et avec assez d'exactitude et de rapidité les dents artificielles dont nous avons besoin, alors que les élèves sont encore dépourvus de l'habileté nécessaire pour les exécuter eux-mêmes dans des conditions acceptables ;

2° Des *cahiers de dessins*, suivant la méthode employée par le professeur Guilford au Philadelphia Dental College ; ils sont préférables aux fiches ou feuilles volantes qui peuvent se perdre ; de plus, ils permettent de juger plus facilement des progrès de l'élève ;

3° Les *pieds en bois* destinés à supporter l'appareil « fantôme » et qui ont l'avantage de mieux représenter le malade comme volume et par suite quant aux positions que doit prendre l'élève ;

4° L'emploi des « *Dummy Jaws* », ou modèles en caoutchouc mou, dans lesquels on insère des dents naturelles qui facilitent la démonstration de diverses opérations, comme le nettoyage dans la pyorrhée, la pose de la digue, l'écartement des dents, les manœuvres de l'extraction, etc ;

5° Notre classification des 22 caries, contenant les divers types de caries que l'on rencontre dans la bouche le plus généralement, avec leur lieu d'élection et leur mode de préparation ;

6° La cavité type avec ses faces, ses parois et ses angles et ses bords ;

7° *L'extension* de l'enseignement sur le fantôme aux trois premières années d'études, afin que l'élève exécute toujours toute nouvelle opération sur le « fantôme » avant de l'exécuter sur le malade, suivant le principe indiqué au début de cette communication, le « fantôme » étant considéré comme le « malade préparatoire », le « malade d'attente », le « malade d'essai ».

Il est également considéré comme le « malade de réserve » destiné à fournir à l'élève inoccupé, faute de patient, l'occasion d'exécuter

un nombre d'opérations plus grand que celui qu'il trouve au dispensaire, de façon à pouvoir ainsi satisfaire aux exigences du règlement sur les travaux pratiques.

Avec cette conception il est possible d'augmenter considérablement le nombre d'opérations diverses (obturations, aurifications, couronnes, bridges, etc.) qu'on demande à chaque élève pendant ses trois ou quatre années d'études, et de mieux graduer les difficultés des travaux à exécuter suivant la force des élèves et aussi de mieux les leur démontrer. Il est ainsi possible de remédier à l'insuffisance des malades dans les écoles qui ont beaucoup d'élèves et surtout de réserver dans la mesure du possible le plus grand nombre des malades aux étudiants plus instruits — ceux de quatrième année, qui ont obtenu le droit de pratique légale, ce qui est également plus conforme aux principes d'humanité.

Avec le développement qu'est appelé à prendre ce nouvel enseignement, il conviendrait de créer dans les Écoles dentaires un *laboratoire spécial de dentisterie opératoire distinct du dispensaire réservé aux malades*, distinct aussi du laboratoire de prothèse et spécialement aménagé pour le but proposé, comme nous venons de le faire à l'École dentaire de Paris (1).

(1) Voir la nouvelle salle de dentisterie opératoire de 1re année à l'École dentaire de Paris *(Odontologie 1903)*.

# TABLEAU SYNOPTIQUE DE L'ENSEIGNEMENT DE L'ÉTUDIANT EN CHIRURGIE DENTAIRE (1903)

*AGE NORMAL D'ENTRÉE A L'ÉCOLE DENTAIRE :* **18 ANS**

| ENSEIGNEMENT PRÉLIMINAIRE | | ENSEIGNEMENT PROFESSIONNEL A L'ÉCOLE DENTAIRE<br>DURÉE DES COURS : 4 ANS | | |
|---|---|---|---|---|
| VŒU DU CONGRÈS DE 1900 : **Littéraire avec 2 langues vivantes, scientifique, artistique et manuel** | | 1re ANNÉE<br>**Enseignement préparatoire**<br>(P. C. N. DENTAIRE) | 2e et 3e ANNÉES | 4e ANNÉE |
| 1° Certificat d'Études primaires supérieures obtenu à 16 ans..<br><br>2° Certificat d'Études secondaires obtenu à 16 ans.............. | Enseignement préliminaire à compléter par un stage jusqu'à 18 ans chez un dentiste (apprentissage conservé à titre transitoire).<br>Ou chez des techniciens divers (menuisiers, serruriers, bijoutiers, etc.), augmenté de cours de science, de 2 langues vivantes, de dessin et de modelages. | ENSEIGNEMENT SCIENTIFIQUE<br>**Cours théoriques et pratiques**<br>Physique et mécanique.<br>Chimie et métallurgie.<br>Anatomie et physiologie humaines et comparées (dissection sur le chien et sur divers autres animaux).<br>ENSEIGNEMENT TECHNIQUE<br>**Cours théoriques**<br>Éléments d'anatomie dentaire.<br>— de pathologie dentaire.<br>— de thérapeutique dentaire.<br>— de dentisterie opératoire.<br>— de prothèse dentaire.<br>**Cours pratiques**<br>*Dentisterie opératoire*<br>**Dessins, modelages.**<br>**Travaux sur appareil fantôme.**<br>*Prothèse dentaire*<br>**Dessins, modelages.**<br>**Travaux sur le bois, le fer, etc.**<br>**Prothèse élémentaire.** | **Enseignement médical et technique, théoriques et pratiques**<br>préparant plus spécialement aux examens de la Faculté de Médecine pour l'obtention du diplôme d'état de Chirurgien-Dentiste.<br>(*Voir à ce sujet le programme de l'École dentaire de Paris.*) (24e Circulaire annuelle 1903-1904). | **Enseignement de perfectionnement technique,**<br>préparant plus spécialement aux examens définitifs et au diplôme spécial de l'École dentaire.<br>(*Voir à ce sujet le programme de l'École dentaire de Paris.*) (24e Circulaire annuelle 1903-1904). |
| 3° Diplôme de Bachelier 1..................<br>2..................<br>3..................<br>4 Sciences, langues vivantes, obtenu à 18 ans.... | Enseignement préliminaire complet avec l'enseignement manuel au lycée ou chez des techniciens divers (menuisiers, serruriers, bijoutiers, etc.). | | | |

# M. Alexis JULIEN

Professeur à l'École dentaire de Paris

## ORGANISATION DES TRAVAUX PRATIQUES D'ANATOMIE A L'ÉCOLE DENTAIRE DE PARIS

[611.07]

*— Séance du 5 août —*

Dès 1883, alors qu'elle sortait à peine du berceau, l'École dentaire de Paris, sentant la nécessité des études pratiques d'anatomie, obligeait ses élèves à disséquer le lapin, la tête et les principaux viscères du mouton (1).

Cette initiative fut sanctionnée par un décret du 31 décembre 1894, qui astreignit les Écoles dentaires à disposer d'une *salle de dissection*.

Le législateur ayant gardé le silence sur l'animal à disséquer, nous eussions pu conserver le régime anatomique institué depuis plus de dix ans et dont les résultats n'avaient pas été à dédaigner

Mais, peu de temps après la promulgation de ce décret, sur la demande purement spontanée de notre École, un traité, passé avec l'Assistance publique de Paris, donnait à nos élèves des 2e et 3e années l'autorisation de disséquer à l'amphithéâtre des hôpitaux. C'est ainsi que, le 1er décembre 1895, la dissection de l'homme remplaça celle du lapin et du mouton.



En 1901-1902, l'année même qui suivit sa majorité, notre École, qui, comme toute corporation vraiment vivante, c'est-à-dire libre et autonome, est à la recherche continue du progrès, décida que les élèves disséqueraient pendant les deux premières années et que, durant la troisième année, ils prendraient part à des travaux pratiques d'histologie.

C'est alors que je fus chargé de faire, sur les systèmes squelettique et musculaire, un cours en trente leçons, ayant pour but de préparer les élèves de la 1re année à la dissection (2).

(1) Depuis quelques années, plusieurs séances des travaux pratiques du P. C. N, que M. Henri Fischer dirige avec autant de dévouement que de succès, sont consacrées à la dissection du cœur et de la tête du mouton.

(2) Pour que ce cours donnât les meilleurs résultats, il faudrait qu'il pût être terminé avant la première séance de dissection.

Mais, étant donnée l'insuffisance du nombre des cadavres qui arrivent aux pavillons de dissection, étant donné surtout que le nombre, déjà considérable, des élèves (plus de 60 par série), que dirige un répétiteur unique, eût été augmenté dans des proportions réellement nuisibles aux études, l'amphithéâtre des hôpitaux ne put pas recevoir nos élèves de la 1re année. L'École se vit donc obligée de revenir, en partie du moins, à son premier régime anatomique.

***

Afin de permettre aux élèves d'acquérir rapidement des notions générales sur tous les systèmes anatomiques (gastro-pulmonaire, uro-génital, nerveux, etc.), la dissection totale du chien fut préférée aux dissections totale du lapin et partielle du mouton.

Le choix du chien s'imposait, en raison de sa taille et de la modicité de son prix d'achat. Quant à sa dissection dans un local particulier, elle ne saurait être gênée par l'ordonnance concernant les amphithéâtres d'anatomie, ordonnance qui vise seulement la dissection de l'homme.

On ne saurait trop insister sur ce fait que, les ressemblances anatomiques qui rapprochent le chien de l'homme étant bien supérieures aux différences qui l'en éloignent, les élèves pouront passer facilement de l'étude du premier à celle du second.

Est-il nécessaire d'ajouter que la dissection de chiens tués en pleine santé est au moins aussi peu dangereuse que celle des cadavres que les hôpitaux et hospices fournissent aux amphithéâtres de Clamart et de la Faculté ?

***

La dissection du chien avait été décidée le 24 mars 1903. Huit jours plus tard (1er avril), la première séance de dissection avait lieu dans une salle de l'École, empruntée au service de la prothèse.

Cette installation hâtive, et forcément défectueuse, ne dura qu'une semaine. Le 20 avril suivant, au lendemain des vacances de Pâques, grâce à la diligence de l'Administration, le service dés travaux anatomiques se trouvait transféré au nº 15 de la rue Bréda, dans un local, sans doute peu luxueux, mais vaste, aussi bien éclairé qu'aéré, et dans lequel les élèves ont travaillé à leur aise jusqu'au 9 juillet.

Les exercices pratiques ont été suivis par cinquante-six élèves, divisés en deux séries, ayant droit chacune à trente-six séances de trois heures (en tout 108 heures de travail pour chaque élève).

Le nombre total des présences a été de 1.440, ce qui donne une moyenne de vingt présences pour chacune des soixante-douze séances (1).

* * *

Le nombre des chiens disséqués a été de quarante-cinq.

Les trente-six premiers avaient été injectés à la glycérine phéniquée. Pour les neuf derniers, la substitution du formol au phénol nous donna de meilleurs résultats.

L'injection, que l'on pratique par l'aorte abdominale, est dirigée successivement vers la tête et vers la queue, de façon qu'elle pénètre également dans l'un et l'autre train.

La plupart des sujets ne sont livrés à la dissection qu'après avoir été préalablement dépecés et *éviscérés*.

Pour permettre au liquide conservateur d'imprégner à fond tous les tissus, le dépècement et l'*éviscération* n'ont lieu qu'une semaine après l'injection. Grâce à cette précaution, absolument élémentaire, mais parfois négligée des médecins embaumeurs, les corps de nos chiens sont tenus à l'abri de la décomposition cadavérique.

Des cuves munies d'un double fond, dont l'un grillagé, nous ont été de la plus grande utilité pour la conservation des pièces en cours de dissection. Le fond grillagé sert de support aux préparations, tandis que le second fond reçoit de l'alcool dénaturé. Les vapeurs d'alcool, qui se dégagent d'une façon continue, conservent aux organes leur forme, leur volume, leur couleur et une souplesse suffisante.

Des essais, entrepris le 10 juillet, nous font espérer que nous pourrons dorénavant livrer aux élèves des sujets entièrement épilés. Nous éviterons ainsi le seul désagrément que présente la dissection du chien.

* * *

Au début de chaque séance a eu lieu une démonstration, aussi courte que substantielle, sur des pièces que les élèves ont ensuite étudiées avec soin, avant de se mettre à la dissection.

La plupart de ces démonstrations ont été faites sur le chien ou sur l'homme. Mais, pour quelques-unes, nous avons dû faire appel à d'autres animaux. C'est ainsi que nous avons eu recours :

au bœuf pour le globe oculaire ;

(1) L'expérience que nous avons acquise au cours de ces soixante-douze séances nous a prouvé qu'un démonstrateur d'anatomie n'est réellement utile à chacun des élèves qu'il dirige que si le nombre de ceux-ci n'est pas supérieur à vingt.

au fœtus du bœuf pour le trou de Botal et le canal artériel;
au fœtus du mouton pour le thymus et le cercle tympanal;
a un poisson, le colin, pour le cartilage de Meckel, qui, transitoire chez l'homme, est permanent chez les poissons osseux, etc.

Cette incursion dans les domaines de l'anatomie comparée et de l'embryologie ne visait point une vaine satisfaction de dilettantisme anatomique, mais elle avait pour but, essentiel et unique, de mieux faire comprendre, apprendre et retenir par nos élèves l'anatomie de l'homme adulte. Après avoir introduit, par exemple, ainsi que chacun d'eux l'a fait, une sonde cannelée, ou bien le petit doigt, dans le trou de Botal et le canal artériel, oublieront-ils jamais la signification et la situation de la fosse ovale et du ligament aortico-pulmonaire?

* * *

Lorsque le Conseil de l'École me demanda d'organiser les travaux anatomiques, j'acceptai avec joie la tâche délicate qui m'était offerte. Pour la première fois, depuis trente ans (octobre 1873), que j'enseignais l'anatomie, je trouvais enfin l'occasion d'enseigner les éléments de la science qui m'est chère, comme j'eusse voulu qu'ils me fussent enseignés à moi-même au début de mes études.

*Lisez peu, voyez beaucoup*, disaient Vauquelin et Fourcroy aux trois cents élèves qui, par ordre de la Convention, furent appelés à Paris, pour y suivre les cours de l'École de santé, devenue plus tard la Faculté de médecine. C'est qu'en effet, pour être vraiment utile à des débutants, l'enseignement d'une science, quelle qu'elle soit, doit se borner à l'exposition des phénomènes fondamentaux, à leur coordination rationnelle et surtout à leur démonstration méthodique.

*L'anatomie*, en particulier, *ne se raconte pas, elle se démontre*, et la vue d'une pièce anatomique est mille fois plus instructive que celle du dessin le plus exact (1). Voilà pourquoi chacune de nos séances a été précédée d'une démonstration. C'est ainsi que nous avons mis en pratique ce principe, qui fut toujours le nôtre : que *l'enseignement est d'autant plus utile qu'il diminue davantage l'effort stérile de l'élève.*

* * *

(1) Qu'on n'aille pas croire que nous condamnions les illustrations qui ornent la plupart de nos traités d'anatomie. Nous sommes convaincus, au contraire, que l'utilité de ces ouvrages est en raison directe du nombre et de l'exactitude des dessins qu'ils renferment. Mais, pour que l'étude de ces figures soit réellement fructueuse, il faut qu'elles rappellent à l'esprit l'image de choses déjà vues.

Le but de notre enseignement n'est certes point d'augmenter le nombre des *anatomistes de carrière*, mais de préparer nos futurs dentistes à l'intelligence des phénomènes anatomiques et surtout à celle des rapports généraux qui les relient les uns aux autres, car *il n'est de science que celle du général.*

Ce n'est pourtant pas sans une légitime fierté que nous avons vu l'un des élèves les plus assidus à la dissection, M. Gatin, découvrir, sur le chien, un organe constant, le muscle *mandibulo-auriculaire* (1), qui n'est encore décrit ni figuré dans aucun livre classique.

Un autre de nos élèves, M. Paillotin, vient de commencer, d'après nos conseils, sur la morphologie de l'atlas et de l'axis, un travail qui nous fait espérer les conclusions les plus intéressantes.



Un homme qui a consacré sa vie entière au progrès et à l'enseignement de l'anatomie, un Maître dont nous avons suivi, pendant de nombreuses années, les leçons aussi brillantes qu'instructives, notre excellent ami, M. le professeur Mathias-Duval, nous a offert généreusement, pour l'instruction de nos élèves, une trentaine de pièces anatomiques préparées par lui-même, alors qu'il était prosecteur d'anatomie à Strasbourg. Nous sommes heureux de lui témoigner publiquement de notre gratitude, pour ce nouvel et signalé service, ajouté à tant d'autres.



Comme on ne sort point des sentiers battus sans rencontrer des obstacles, nos débuts furent assez pénibles et même quelque peu accidentés.

Mais, grâce à l'énergie de MM. Godon, Martinier, Papot, Roy, Blatter et d'une grande partie du corps enseignant, grâce au bon sens des délégués de la 1re année, MM. Paillotin et Monin, grâce à la bonne volonté des cinquante-six élèves qui s'étaient librement inscrits, toutes les difficultés furent bientôt vaincues et l'enseignement pratique de l'anatomie à l'École dentaire de Paris se trouva rapidement établi sur des bases solides.

(1) Ce muscle relie le pavillon de l'oreille au bord postérieur de la branche montante du maxillaire inférieur.

## M. le Dr SIFFRE

Professeur à l'École dentaire, à Paris


### DENT DE SIX ANS ET DENT DE SAGESSE [611.31]

*— Séance du 6 août —*

Les arguments que les partisans de la conservation quand même de la dent de six ans opposent à ceux qui veulent la sacrifier pour donner la possibilité à la dent de sagesse de faire son évolution et son éruption normales et participer utilement à la mastication, ces arguments, dis-je, peuvent se grouper ainsi.

1° La dent de six ans peut toujours se soigner et peut être conservée avec le traitement que nous possédons;

2° La dent de sagesse peut manquer, c'est un organe qui disparaît dans les races humaines supérieures;

3° Les accidents dus à l'éruption de la dent de sagesse sont quantité négligeable.

Je ne veux m'occuper que de la deuxième proposition, laissant de côté les première et troisième pour y revenir à mon heure.

J'ai dit et je redis qu'actuellement il est impossible d'émettre cette proposition : « La dent de sagesse disparaît dans la race civilisée, c'est une dent dont la présence est absolument problématique (1). »

Cette affirmation, publiée et colportée dans les milieux dentaires, résulte simplement de l'ignorance, très pardonnable, qu'ont de l'histoire de l'homme ceux qui s'en servent.

C'est qu'en effet ils voient dans un accident d'ordre purement pathologique (hypotrophie par hérédité ou acquise) une manifestation évolutive et le fait de manquer de dent de sagesse est pour eux un signe d'évolution, alors que c'est seulement un symptôme d'un état particulier qui a mis le sujet dans l'impossibilité de laisser sortir ses organes parfaitement développés mais restés inclus; et de ne pas voir dans la bouche une couronne émergeant de la gencive ne

(1) Depuis le Congrès d'Angers, un traité d'anatomie dentaire, par Choquet, professeur de l'École dentaire de Paris, contient cette affirmation que je voudrais voir établie par des faits : C'est une dent (la dent de sagesse) absolument dégénérée que l'on ne cite que pour mémoire (p. 193).

donne pas le droit de supposer même que la dent, propriétaire de cette couronne, n'existe pas parce que : évolution de race.

Chez les anthropomorphes, chez l'homme le plus civilisé, mais indemnes de toutes tares hypotrophiantes, en passant par les êtres les plus inférieurs de l'échelle humaine, on trouve les documents irréfutables, desquels on tire la preuve de la persistance de la troisième molaire.

Et, c'est en passant en revue cette histoire de l'homme et de ses fondements qu'on peut seulement se faire une opinion vraie, presque scientifique.

Ainsi donc, devra-t-on rechercher les modes de formation des individus et de leurs organes, pour arriver à en pouvoir déduire qu'après une série de transformations évolutives, un organe primitif de telle forme s'est modifié dans le temps et dans l'espace, sous l'influence de circonstances biologiques universelles, et que cet organe se modifie encore actuellement.

Mais cependant, se modifiant suivant les lois qui, après avoir régi son évolution, régiront sa répression, sa modification même.

C'est ce que la paléontologie, l'anthropologie, l'anatomie comparée, etc., nous enseignent. C'est ce que j'ai essayé de résumer en montrant le simple cône dentaire primitif restant simple cône chez les premiers mammifères et, à mesure qu'on s'éloigne des périodes anciennes, en montant la multiplication des cônes, d'abord du côté de la couronne, ce sera nos cuspides coronaires, ensuite du côté de la racine et de la dent simplement conique, du crocodile, par exemple, nous verrons naître, par augmentation méthodique régulière du volume et du nombre des cônes, les dents les plus compliquées.

De la canine semblant rester le type du cône, la troisième molaire du pithecus antiquus portant sept tubercules coronaires, nous aurons la période d'évolution par augmentation de ces cônes, pris de cet aïeul si éloigné à l'anthropoïde actuel : Gibbon, Orang, Chimpanzé. Nous verrons la transformation par moyens inverses et la troisième molaire perdre un, puis deux cuspides et se présenter telle qu'elle est aujourd'hui à cinq cuspides.

Puis passant chez l'homme néolithique resté avec cinq cuspides et être encore chez un individu d'une race quelconque, mais exempte de tares pathologiques, une dent à cinq cuspides, et souvent d'un volume plus considérable que celle de son aïeul, de l'âge de pierre, de même que des civilisés actuels ont des molaires de sagesse, supé-

rieures à celles des hommes sauvages. En résumé ce n'est pas la dent qui diminue, et j'en apporte la preuve. Ce qui diminue c'est la masse osseuse de la mandibule.

Chez l'anthropomorphe, chez le néolithique, chez les très anciens historiques, chez les races sauvages et chez les civilisés actuels purs, la troisième molaire est en avant du bord antérieur de la branche montante, ou maxillaire inférieure.

Il n'est point ainsi chez les sujets très civilisés (sujets tarés le plus souvent); le volume des dents reste celui qu'il aurait été chez un sauvage ou chez un gaulois par exemple, mais, alors que chez eux l'os eût été très développé, chez le très civilisé ou taré cet os est hypotrophié; de cela résulte une arcade enclavée dans les branches maxillaires, le bord de la coronoïde avançant plus ou moins pour être quelquefois en rapport avec la première molaire. Voici, du reste, des poids comparables qui donnent bien la preuve de ce que je viens de dire :

| | | POIDS | | |
|---|---|---|---|---|
| | | du maxil. infér. | de la 2e mol. | de la 3e mol. |
| | Gorille........... | 370 gr. | 6 gr. 5 | 4 gr. 5 |
| | Orang........... | 315 gr. | 4 gr. 7 | 3 gr. 0 |
| | Chimpanzé....... | 150 gr. | 9 gr. 0 | 1 gr. 6 |
| HOMMES | Morvandais (1)... | 118 gr. | 2 gr. 2 | 2 gr. 0 |
| HOMMES | — ..... | 85 gr. | 1 gr. 7 | 1 gr. 7 |
| HOMMES | — ..... | 60 gr. | 2 gr. 0 | 1 gr. 9 |

On peut donc voir par les poids que les rapports du tissu osseux mandibulaire avec la troisième molaire affirment la proposition : diminution de la mandibule tandis que cette troisième molaire reste invariable.

Le tableau ci-dessus montre, en effet, que chez :

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Le gorille, la mandibule | est | 82 | fois plus lourde | que la | 3e mol. |
| | L'orang, | — | 105 | — | — | — |
| | Le chimpanzé, | — | 75 | — | — | — |
| L'HOMME | 1er morvandais, | — | 59 | — | — | — |
| L'HOMME | 2e morvandais, | — | 50 | — | — | — |
| L'HOMME | 3e morvandais, | — | 30 | — | — | — |

D'où l'on peut déduire que l'insuffisance osseuse ne permet pas à la dent de sagesse : 1° de se bien développer; 2° de sortir et d'être utilisable ; 3° de sortir sans entraîner, *ipso facto*, des accidents.

(1) Trois maxill. anciens, Éc. anthrop., Paris.

Pour toutes ces raisons n'est-il pas logique de se débarrasser de la première molaire cariée pour permettre à la troisième de prendre une part active dans la mastication, et cela en un point de la mandibule où l'ampleur du tissu osseux ne permettra pas à cette troisième molaire de déterminer les accidents que nous connaissons (1).

---

## M. P. MARTINIER

Professeur à l'École Dentaire de Paris

### ORTHODONTIE. — DU CHOIX D'UN APPAREIL EXTENSEUR POUR REMÉDIER A L'ATRÉSIE DE L'ARCADE DENTAIRE SUPÉRIEURE

— *Séance du 6 août* —

Les appareils imaginés pour remédier aux irrégularités des anomalies des maxillaires sont maintenant assez nombreux et chaque jour apporte une contribution nouvelle au traitement de ces anomalies. Cependant l'époque où l'on niait leur action, surtout au point de vue de la durée des résultats, n'est pas éloignée.

Il est heureusement acquis désormais qu'il est parfaitement possible et qu'il est souvent facile d'augmenter, ou de diminuer, l'étendue des arcades dentaires et d'en modifier la forme; nous avons chaque jour la preuve que les résultats obtenus peuvent être maintenus définitivement si l'on prend les précautions indispensables. Mais, si le nombre des appareils est déjà assez élevé pour permettre de faire un choix, il n'est pas toujours simple de le faire selon les indications formelles du cas qui se présente, tout en tenant compte de certaines considérations secondaires qui, cependant, jouent souvent un rôle important, dans la façon d'appliquer le traitement prothétique. C'est pour cette raison que j'ai pris, parmi les appareils extenseurs les plus connus, celui d'entre eux qui me paraît devoir être adopté dans la grande majorité des cas, en indiquant les motifs qui m'ont décidé à faire ce choix.

(1) Voir pour la communication *in extenso*, la *Revue Odontologique* de mai et septembre 1904. Doin, éditeur, qui n'a pu paraître dans le présent volume. — Dr Siffre.

Je ne m'occuperai aujourd'hui que de l'atrésie du maxillaire supérieur

Tout le monde sait que le terme d'atrésie signifie conventionnellement en orthodontie un rétrécissement du diamètre transversal d'une ou de deux arcades dentaires, diminution qui peut porter, soit sur la partie antérieure, soit sur la partie postérieure. Elle peut porter aussi sur les deux côtés à la fois ou n'atteindre qu'un seul. Elle entraîne dans ce cas une asymétrie de l'arcade. Cette anomalie est souvent accompagnée de vice d'articulation, de malformation palatine et de prognathisme du maxillaire supérieur et presque toujours d'insuffisance de la respiration nasale et de végétations adénoïdes qui déterminent une série de troubles fonctionnels et physiques.

Le traitement prothétique consiste dans l'augmentation du diamètre transversal de la voûte palatine, surtout au niveau de la partie la plus serrée, de manière à faire gagner aux interstices dentaires un espace plus considérable, permettant ensuite de ramener à leur place régulière sur l'arcade les dents mal placées.

Examinons maintenant les appareils les plus couramment employés pour remplir ce but.

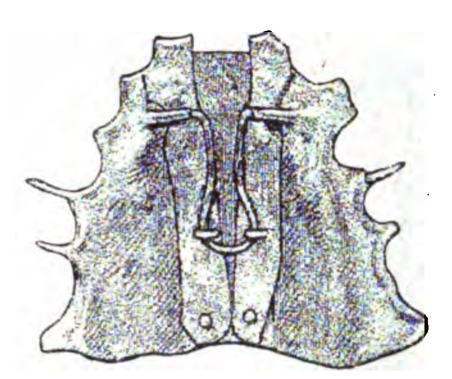
C'est à un dentiste français, Lefoulon, que l'on doit le premier appareil extenseur des maxillaires. Il date de 1839, mais ce n'est guère que depuis 1881, époque où un dentiste anglais, Coffin, décrivit son appareil, que l'on connut ce genre de régularisation et qu'un certain nombre de praticiens l'appliquèrent communément.

### APPAREIL DE COFFIN

L'appareil de Coffin a eu le grand mérite, outre ses qualités réelles, d'utiliser pour la première fois en orthodontie le fil d'acier de piano, qui nous rend de si précieux et de si nombreux services pour confectionner des ressorts. On peut se procurer ce fil de différentes grosseurs, selon la pression que l'on veut exercer. Mais celui auquel on a le plus souvent recours a un diamètre de 8/10 de millimètre et correspond au n° 16 de notre jauge. On doit l'employer sans le recuire, autrement il perdrait ses qualités d'élasticité et de résistance.

L'appareil extenseur de Coffin est constitué pour la mâchoire supérieure, par une simple plaque de caoutchouc recouvrant ou non les molaires selon le cas. Au milieu de cette plaque se trouve un ressort en fil de piano tourné en forme d'un M à branches égales et dont les extrémités sont noyées dans le caoutchouc. Une section de la plaque dans toute sa longueur est faite dans le sens antéro-postérieur, au moyen de la scie, la divisant ainsi en deux et permettant au ressort d'agir par opposition contre les deux arcades.

deux petites anses métalliques placées à la partie postérieure du ressort le maintiennent en place contre la plaque.



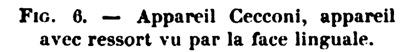


Fig. 6. — Appareil Cecconi, appareil avec ressort vu par la face linguale.



Fig. 7. — Appareil Cecconi, appareil vu par la face palatine.

Les perfectionnements apportés par M. Cecconi à son appareil sont constitués :

1° Par une bande de digue tendue qui est fixée à la plaque dans un emplacement préalablement préparé à cet effet à la face palatine de l'appareil, de manière à s'opposer à l'envahissement par la muqueuse de l'espace vide entre les deux parties de l'appareil que produit l'écartement ;

2° Par la forme que M. Cecconi a donnée à son ressort, qui permet à ce dernier d'être accolé à la plaque dans presque toute son étendue, d'être très facilement écarté et d'avoir malgré cela une grande efficacité ;

3° Par un dispositif à glissière placé à la partie postérieure de l'appareil, unissant constamment les deux ailes, les empêchant de se déplacer et de se fausser, et permettant à la pression de s'exercer plus particulièrement à la partie antérieure de la plaque au niveau de la première prémolaire.

Le premier de ces trois perfectionnements est contestable au point de vue de l'utilité, car nous n'avons pas encore eu l'occasion de constater les désordres muqueux qu'il a pour but de faire disparaître.

Il n'en est pas de même des deux autres, qui constituent à notre avis de sérieux progrès sur l'appareil Coffin. Nous tenons comme un avantage très appréciable la possibilité qu'il assure de pouvoir retirer le ressort pour l'écarter et de le remettre rapidement et solidement en place sans crainte de le fausser. Enfin, le dispositif à glissière, maintenant toujours les ailes bien parallèles entre elles, donne la certitude d'une bonne rétention et d'une action constante de l'appareil au point où la force doit être appliquée.

La gêne que causent les vis, coulisseaux ou tiges, n'existe plus avec cet appareil et son action est au moins aussi puissante.

## APPAREIL D'ANGLE

Enfin mentionnons également l'appareil imaginé par Angle et qui a pour caractéristique de ne pas comporter de plaque et d'être inamovible. Il est constitué, en effet, par une série de colliers de métal qui entourent un certain nombre de prémolaires et de molaires. Chaque bande est soudée à un tube destiné au passage de deux tiges métalliques latérales placées à la face linguale des dents à écarter. Des colliers ou anneaux sont également soudés aux tiges, de manière à placer les vis d'écartement aux différents points sur lesquels on veut plus particulièrement agir.

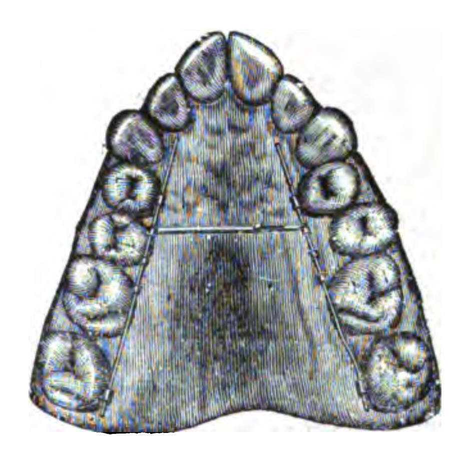


Fig. 8. — Appareil d'Angle pour expansion du maxillaire supérieur.

Les avantages de cet appareil sont constitués par la suppression de la plaque, par son inamovibilité. Faisons remarquer que le premier de ces avantages constitue à notre avis un inconvénient en ne faisant porter l'effort que sur la couronne des dents et en ne permettant pas à la plaque d'apporter sa force adjuvante à la pression, que l'on exerce sur le bord alvéolaire. La vis qui traverse la voûte palatine est aussi gênante, quoique moins volumineuse, que dans les appareils de Kingsley et de Francis Jean, puisqu'elle diminue l'espace libre laissé à la langue.

Je dois, pour être complet, mentionner un nouvel appareil extenseur, qu'a imaginé et préconisé récemment M. Pierre Robin. Cette appareil tire son originalité de la qualité qu'on lui donne de pouvoir dilater à la fois le maxillaire supérieur et inférieur. Il se compose d'une masse très volumineuse de caoutchouc vulcanisé, se moulant exactement sur la surface linguale de la cavité buccale fermée, sauf le plancher de la bouche et qui peut, à l'aide de petits vérins ou vis de Jack, disposées à cet effet, se dilater, entraînant dans son expansion les parties squelettiques et les dents. C'est cet appareil, que notre confrère Sauvez a qualifié de monobloc et qui, d'après son auteur, est en effet un monobloc dilatateur qui agit d'une manière tout à fait intermittente.

Je n'ai pas encore eu d'occasion favorable d'essayer cet appareil; je ne puis conséquemment me prononcer nettement sur son efficacité et sur sa valeur, mais théoriquement il ne me semble pas appelé à un grand avenir. A l'heure où l'on recherche surtout les appareils fixes, peu encombrants et le moins gênants possible pour le patient, cette énorme masse de vulcanite introduite dans la cavité buccale me semble de nature à justifier l'intolérance absolue du patient.

Cette courte étude des appareils terminée, il convient d'examiner les considérations qui doivent guider dans le choix d'un appareil.

Elles sont de deux sortes :

Les indications formelles essentielles;

Les indications secondaires.

Les indications formelles sont celles qu'offre l'état de la bouche au point de vue de l'anomalie à corriger, qu'elle soit simple ou complexe. On aura à envisager le but que l'on se propose et le résultat que l'on est en droit d'attendre.

Le choix de l'appareil à employer devra donc porter en premier lieu sur celui qui, par sa combinaison, par la possibilité d'apporter les modifications nécessaires pendant le cours du traitement, permettra d'arriver le plus facilement, sinon au résultat définitif, du moins de mener à bien l'une des phrases que comporte tout redressement.

Les indications qui viennent à la suite de celles-ci et qui interviennent dans le choix de l'appareil d'une façon essentielle sont celles qui ont pour base l'application du traitement sans occasionner de douleur et avec le minimum de gêne pour le sujet. Les indications secondaires sont celles qui ont trait à la situation sociale des parents, à la tolérance plus ou moins grande de l'enfant, à la pusillanimité des parents chargés la plupart du temps de la surveillance du port de l'appareil et qui expriment souvent des craintes au sujet de la douleur que les appareils peuvent provoquer ou des troubles fonctionnels qui peuvent compromettre la santé de leur enfant, la possibilité pour ces derniers de continuer leurs études sans interruption: enfin cette fameuse question de l'esthétique, qui devra faire abandonner les appareils extra-buccaux chaque fois qu'il sera possible de le faire.

Telles sont les difficultés qui surgissent dans le traitement des irrégularités des dents et des maxillaires. Si l'on y ajoute le manque de sévérité et de contrôle de la plupart des parents en ce qui concerne le port régulier de l'appareil et l'application des principes d'une hygiène particulièrement rigoureuse, sur laquelle le dentiste

ne devra pas transiger, mais qu'il aura beaucoup de peine à obtenir, nous aurons je crois examiné toutes les difficultés.

L'appareil que je préconise m'a permis de les surmonter et m'a donné chaque fois des résultats tels, que j'ai cru devoir éclairer mes confrères sur sa valeur et leur faire connaître les raisons qui me l'ont fait adopter.

J'ai employé les différents appareils extenseurs et aucun ne m'a permis d'atteindre aussi facilement et aussi sûrement le résultat recherché, quoique tous ceux que j'ai passés en revue aient une valeur réelle.

L'appareil de Coffin a contre lui la difficulté d'écarter le ressort; celui de Talbot lui est nettement inférieur; l'appareil de Kingsley nécessite des visites nombreuses et à de très courtes distances; la rouille de la vis, que l'on ne peut empêcher dans certaines bouches, son manque de rigidité par suite de l'usure rapide des filets des vis lorsque l'appareil est en pleine action constituent des inconvénients sérieux. Ceux de MM. d'Argent et de Francis Jean sont gênants pour la prononciation et de rétention difficile au bout de quelque temps. Celui d'Angle est non moins gênant et le scellement des anneaux nécessite la séparation des dents sur lesquelles ils sont placés, séparation qu'il vaut mieux éviter.

L'appareil de Cecconi ne possède aucun de ces inconvénients de construction, d'application et de modification faciles, il permet à l'enfant de parler, de manger, voire même de chanter avec la même aisance qu'avant sa pose dès le lendemain de son application. Il peut être confectionné en métal ou en caoutchouc ce qui est avantageux. Enfin son efficacité est telle que, dans l'un des cas que je vous présente, l'appareil n'étant porté que quelques heures par jour, j'ai pu obtenir plusieurs millimètres d'écartement.

Je vous présente à l'appui de ma communication, que je crois utile pour éviter l'ennui d'un choix judicieux à certains de nos confrères qui n'entreprennent qu'avec crainte ce genre de traitement, une série de modèles de différents types d'atrésie du maxillaire supérieur, avant et après le traitement extenseur. Ils sont accompagnés de schémas indiquant d'une façon exacte l'extension obtenue.

*Observations*. — Les modèles S. P. représentent la bouche d'un jeune homme de 18 ans. Le port de l'appareil a duré deux mois, mais la mauvaise volonté du sujet était telle que l'appareil n'était en place que quelques heures par jour et quelquefois par semaine. Cela explique que nous n'avons obtenu qu'un écart de deux milli-

mètres au niveau de la première prémolaire et de un millimètre au niveau de la seconde.

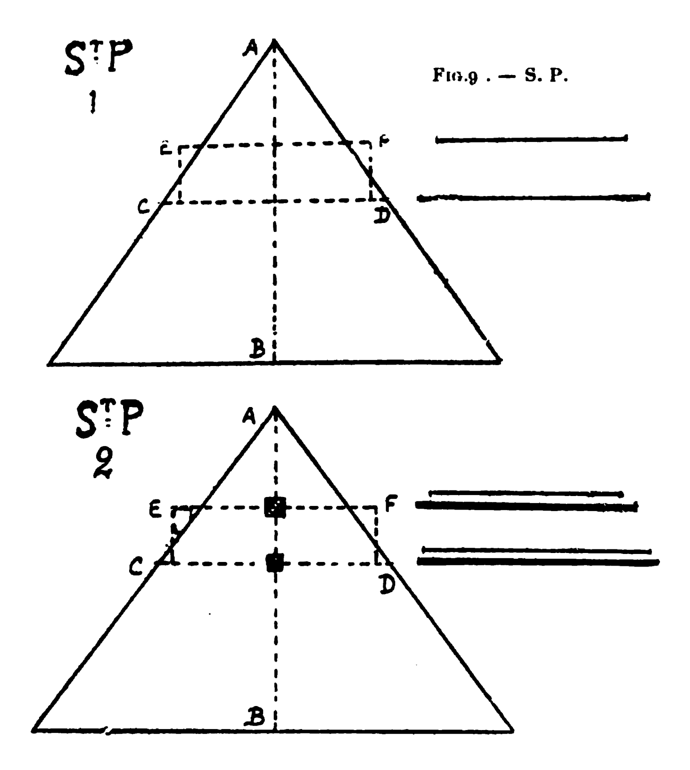



Fig. 9. — S. P.

Le modèle D. E. appartient à un jeune homme de 17 ans. L'appareil a été porté deux mois et je ne voyais mon malade que tous les huit jours. L'écartement obtenu a été de neuf millimètres au niveau de la première prémolaire et de cinq millimètres au niveau de la

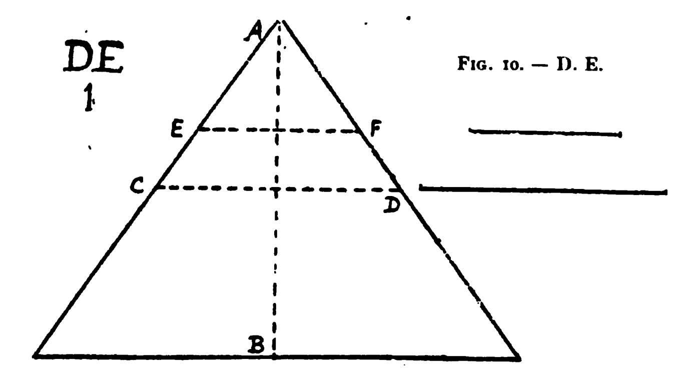
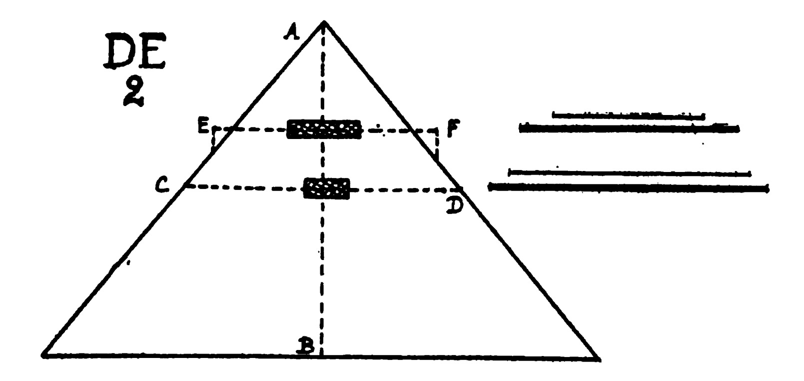



Fig. 10. — D. E.




seconde. Dans cette bouche l'écartement a porté principalement sur la partie antérieure en permettant aux dents en rotation sur l'axe de pouvoir être régularisées.

Le modèle P. reproduit la bouche d'un jeune homme de 14 ans. L'appareil a été porté trois mois avec une visite hebdomadaire,

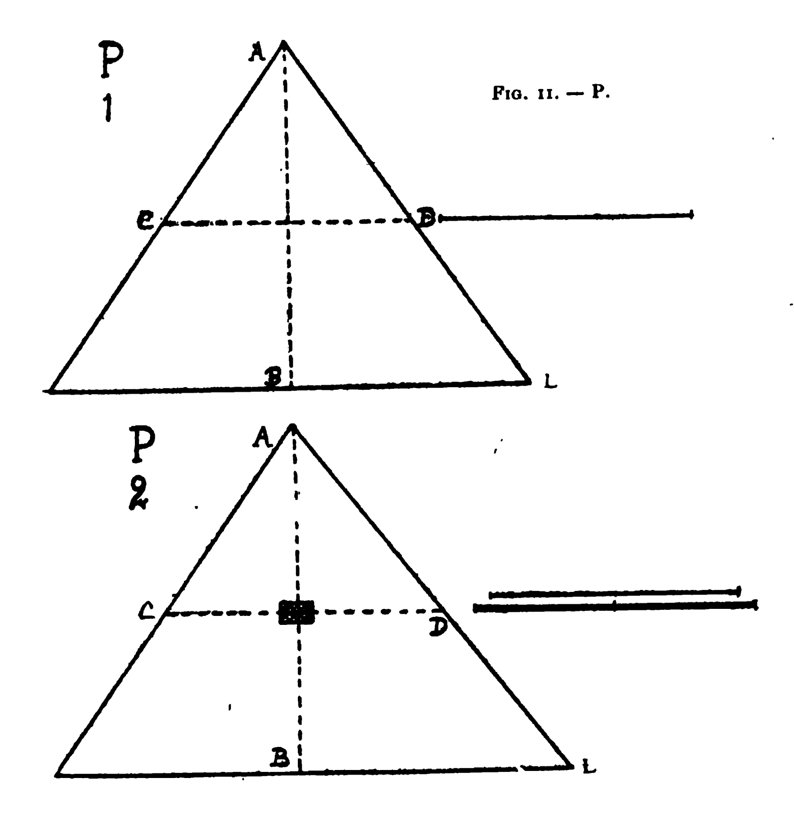



FIG. II. — P.

écartement obtenu au niveau de la deuxième prémolaire, quatre millimètres.

Le modèle Dan. est celui de la bouche d'une jeune fille de 15 ans. L'appareil a été porté trois mois, mais je n'ai vu la malade que deux

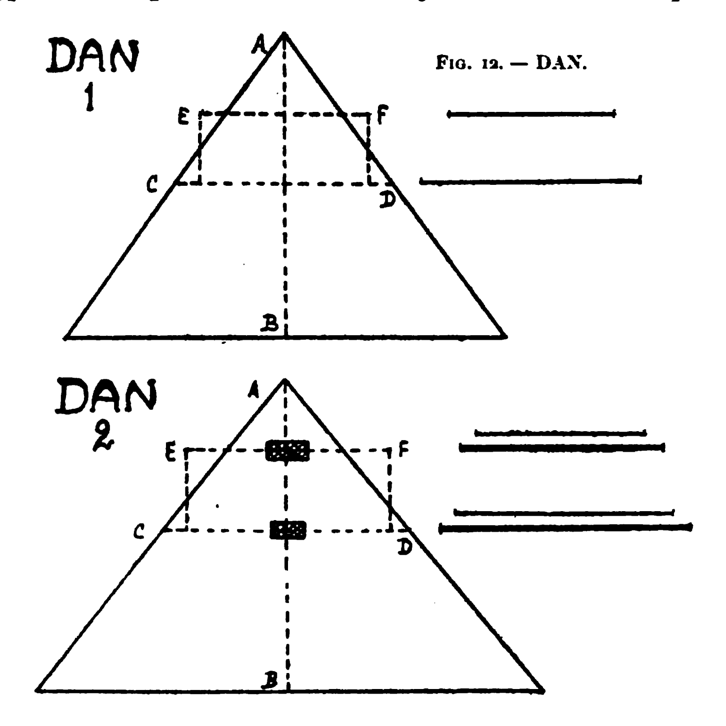



Fig. 12. — DAN.

fois par mois et quelquefois moins. L'écartement obtenu a été de cinq millimètres au niveau de la première prémolaire et de quatre millimètres au niveau de la seconde.

Le modèle Dub. concerne une jeune fille de 13 ans. L'appareil a été porté trois mois et la malade ne venait le faire modifier qu'une

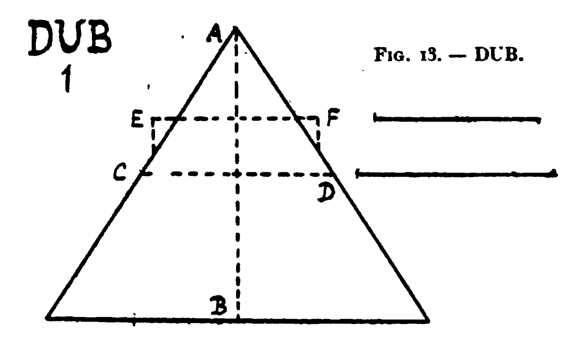
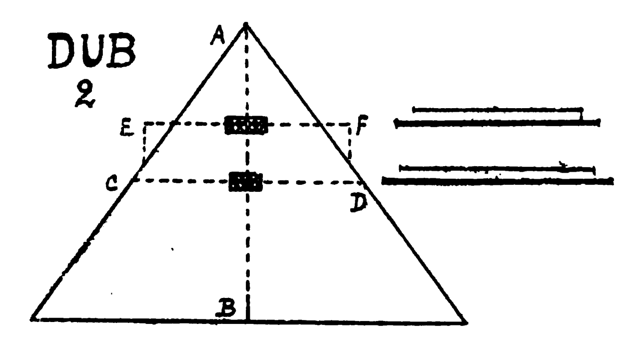



Fig. 13. — DUB.




fois par mois. L'écartement obtenu a été de cinq millimètres au niveau de la première prémolaire et de quatre millimètres au niveau de la seconde.

J'ajoute que, si j'avais voulu, j'aurais pu obtenir les mêmes résultats beaucoup plus rapidement; mais il y aurait eu dans ce cas imprudence et, si je me prononce pour la méthode qui fait agir la force continue, je tiens essentiellement à ce que cette force agisse très lentement.

Les conclusions que je voudrais tirer de ces observations sont de deux ordres :

1° La netteté des résultats témoigne irréfutablement en faveur du procédé dit d'extension, puisque pour les uns il a constitué le seul temps du redressement et que pour les autres il m'a permis de corriger des irrégularités complexes, en faisant le moins de sacrifice possible ;

2° Ces résultats ont été atteints avec le même appareil, qui répond aux indications de l'immense majorité des cas de rétrécissement de l'arcade dentaire supérieure et qui fonctionne sans occasionner ni gêne, ni troubles fonctionnels, ni douleur.

Je souhaiterais que chacun apportât dans nos congrès et dans nos réunions professionnelles ses observations sur les appareils de redressement employés, avec les résultats obtenus, de manière à pouvoir vulgariser rapidement les appareils les meilleurs, qui sont souvent les plus simples. Cette vulgarisation ferait ainsi faire de grands progrès à l'orthodontie, cette science qui est encore méconnue et qui cependant doit être à l'heure actuelle une des branches les plus importantes et les plus intéressantes de l'odontologie.

M. J. D'ARGENT
A Paris

## CONTRIBUTION A L'ORTHOPÉDIE DES MAXILLAIRES. L'ORTHODONTIE LIÉE A L'ORTHOPÉDIE DES MAXILLAIRES. CORRECTION DE L'ATRÉSIE BUCCALE ET NASALE

[611.72:611.75:617.3]

— *Séance du 6 août* —

La série d'opérations ou de manœuvres orthopédiques, tendant à rectifier les rapports et la confirmation des mâchoires, ainsi que les dents frappées d'anomalies de disposition, est encore généralement désignée et surtout connue du public, sous la dénomination de *redressement des dents.*

Cela provient de ce que l'on confond volontiers, pour plus de simplicité ou par manque de distinction, les incorrections des maxillaires et celles des dents; cela tient surtout à ce que ce sont ces dernières qui se remarquent le plus et que c'est à l'intervention du dentiste qu'on a recours pour remédier à ces irrégularités.

Cette confusion n'existe heureusement plus dans l'esprit des praticiens et nos auteurs contemporains ont su établir un classement judicieux entre les différents cas et entre les divers modes de traitement. Le traité le plus jeune en date est celui de notre très compétent collègue Martinier, dont c'est la deuxième édition, et il peut être considéré comme un document très complet, mis au point avec ordre et méthode. Il serait à désirer qu'un plus grand nombre de dentistes, que tous les dentistes, s'inspirassent des méthodes contenues dans cet ouvrage, pour se livrer à ces importantes opérations qui tendent à corriger les anomalies des maxillaires et les irrégularités de position des dents. La bonne renommée de l'orthopédie dentaire y gagnerait et il ne faut pas nous dissimuler que les sceptiques sont encore nombreux, parmi le public et même parmi nos confrères, en matière de redressement. Beaucoup de praticiens, en effet, se sont heurtés à des difficultés réelles, non seulement pour procéder à l'arrangement des dents déviées, mais aussi, et surtout, pour conserver, dans l'avenir, les résultats acquis et les familles où les insuccès se sont produits en ont le souvenir constant, sont plus qu'hésitantes à recourir au redressement pour d'autres

enfants mal partagés et portent le découragement et l'incrédulité parmi leurs connaissances ou dans leurs relations.

Ce fâcheux état de choses est la conséquence, en grande partie, de la confusion qui est faite, par un trop grand nombre de praticiens, entre l'orthopédie dentaire et l'orthopédie des maxillaires; cela provient aussi de ce qu'ils ne distinguent pas les anomalies des maxillaires liées aux anomalies dentaires de ces dernières seules et, en général, de ce que l'on n'agit que sur l'effet sans supprimer la cause, au lieu de modifier la cause avant ou pendant qu'on rectifie l'effet.

Il en résulte que la plupart des redressements sont tentés directement, en un seul temps, alors que bon nombre devraient être exécutés en deux et quelquefois en trois temps.

Ainsi, dans la majorité des cas de prognathisme, le premier temps doit consister à rehausser l'articulation et, dans un grand nombre d'autres exemples d'antéversion, de rétroversion, de latéroversion, de rotation sur l'axe, c'est par l'élargissement de l'arcade dentaire qu'il faudrait commencer.

Vouloir, dans ces cas, régulariser d'emblée la position des dents, c'est se livrer à un travail difficile et le plus souvent inutile, puisque, la cause n'étant pas supprimée, le retour au type primitif est presque fatal et le résultat en tout cas imparfait. L'objet de notre travail est d'apporter une modeste contribution à cette première phase si importante dans l'orthodontie : l'expansion des maxillaires.

L'extension des maxillaires a pour but de remédier à l'étroitesse ou atrésie des mâchoires.

L'atrésie peut exister à tous les degrés depuis la forme la plus simple, s'éloignant fort peu du type normal, jusqu'à la plus complète, entraînant un rétrécissement considérable des cavités buccale et nasale.

Nous ne nous étendrons pas plus longuement sur les considérations qui militent en faveur de la préférence qu'il faut donner à la méthode du redressement des dents lié à l'expansion des maxillaires; cette méthode tombe sous le sens et elle a déjà donné lieu à des discussions et à des publications aussi nombreuses qu'intéressantes et surtout probantes, et nous vous demanderons d'étendre un peu le débat et d'envisager plus particulièrement un cas spécial, bien qu'il se rencontre encore assez fréquemment. Chacun de nous, en effet, est souvent mis en présence de jeunes enfants ou d'adolescents qui présentent un habitus extérieur qui nous est connu. L'enfant est faible de constitution et peu développé, il est pâle, maigre, triste,

inquiet et s'essouffle facilement; il nasonne, chante mal, est apathique, peu éveillé; mais ce qui, surtout, attire notre attention, c'est son facies et l'état de sa bouche. Les joues sont amincies, creuses; la face est anguleuse, le nez est petit et ses orifices, souvent bordés de mucosités séchées, sont rétrécis; la lèvre supérieure est plus ou moins portée en avant par les incisives, qui se réunissent sur la ligne médiane en formant un angle aigu. Si la cavité buccale est ouverte, les arcades dentaires apparaissent très étroites, en ogive plus ou moins accentuée, et la voûte palatine présente une élévation anormale, également ogivale ou comme enfoncée d'un coup de pouce. Cette disposition de l'apophyse palatine du maxillaire supérieur et de la lame horizontale du palatin crée une protubérance correspondante sur le plancher des fosses nasales et diminue d'autant la capacité du méat inférieur et, si nous ajoutons que les apophyses montantes des maxillaires supérieurs sont plus rapprochées, entraînant les cornets moyens et inférieurs près de la cloison médiane, nous nous rendrons compte du rétrécissement de la cavité nasale chez les sujets frappés de cette anomalie.

Des symptômes fonctionnels et physiques se manifestent de bonne heure, et ceux-ci s'accentuent encore, si, comme il arrive le plus souvent, il se produit des végétations ou des tumeurs adénoïdes.

Le conduit naso-pharyngien répond, en effet, aux deux fonctions de la respiration et de la phonation, et son rétrécissement ou son obstruction, même partielle, doivent en entraver l'accomplissement. Par suite de cette obstruction, la respiration nasale étant incomplète, le malade y supplée par une respiration buccale proportionnelle qui, n'étant pas physiologique, produit des désordres.

A l'état normal, la respiration nasale a pour mission d'élever la température de l'air inspiré et de le saturer de vapeur d'eau; de plus, le passage de l'air à travers les méandres et les nombreux replis de cette cavité, a pour conséquence de le débarrasser de toutes les impuretés qu'il peut contenir (poussières, débris organiques, etc.); mais, une fois cette respiration nasale supprimée ou rendue très imparfaite, la respiration buccale expose le petit malade à tous les inconvénients d'un air froid, sec, impur.

La cavité nasale privée de son rôle physiologique devient le siège de rhinites chroniques, bientôt accompagnées d'hyperplasies ou de néoplasies adénoïdes, envahissant l'orifice naso-pharyngien et se propageant surtout dans le méat inférieur, qui est quelquefois totalement obstrué.

Des maladies graves guettent ces enfants, qui sont des candidats à

la diphtérie, à la bronchite, à la tuberculose, au cancer; et qui deviennent un déchet social par leur inaptitude aux travaux intellectuels, aux professions manuelles et même à la collaboration à la défense nationale.

Mais il n'entre pas dans le cadre de cette communication de retracer le tableau clinique qui résulte d'une pareille situation et nous pensons que notre court exposé expliquera suffisamment l'apparence chétive et maladive de ces déshérités et justifiera les efforts tentés pour y porter remède.

Ajoutons cependant, à l'encontre de ce qui a déjà été exprimé, que nous pensons que l'atrésie des maxillaires supérieurs, du reste congénitale, nous paraît être la cause primordiale de tous les désordres qui se produisent dans la région nasale, au lieu d'en être la conséquence, mais que les productions adénoïdes qui surviennent peuvent influer à leur tour sur cette malformation pour l'accentuer, par des pressions latérales de chaque côté de la cloison médiane, dans le méat inférieur et accroître l'ogivalité de la voûte palatine.

Les appareils imaginés et préconisés pour corriger cette grave malformation des maxillaires procèdent presque tous du même principe.

Ils sont formés d'une plaque en caoutchouc durci ou en métal, moulée sur la voûte palatine et partagée en deux longitudinalement. Ces deux segments sont réunis soit par des ressorts (tels les appareils de Coffin (1881), de Talbot, de Cecconi, etc.), soit par des tiges parallèles glissant à frottement doux dans des fourreaux appropriés, sous l'impulsion de fils enroulés autour des tiges (Francis Jean); soit par une double vis de Jack placée au point où doit être produit l'effort principal (tel est l'appareil de Kingsley). Si nous passons sous silence le travail publié par M. Robin sur cette question, c'est que les appareils qu'il préconise nous paraissent relever de la théorie plutôt que de la pratique et nous croyons en voir une preuve dans le soin qu'il met à leur refuser leur sortie du laboratoire.

Ayant successivement fait appel à tous ces systèmes, depuis plusieurs années, c'est, en définitive, à l'appareil de Kingsley que nous avons donné la préférence, parce qu'il nous a paru posséder la plus grande précision dans la graduation ou dans l'arrêt de l'effort. Sa construction est simple, facile, rapide et peu coûteuse.

Mais, si son principe est excellent, sa combinaison laisse pourtant à désirer et nous n'avons pas tardé à nous en apercevoir.

Réunies par une double vis de Jack, sans autre soutien, les deux valves ne sont parfaitement rigides qu'au début, lorsque les vis sont

totalement engagées dans les écrous, et elles acquièrent une mobilité de plus en plus grande, au fur et à mesure de la sortie des vis. Cette mobilité elle-même fatigue le filet des vis, qui se disloquent tellement, que les enfants peuvent les mettre en mouvement avec la langue, naturellement dans le sens qui diminue la pression. Ce résultat se produit encore bien plus tôt, lorsque le mécanicien, sous prétexte de livrer un travail bien fini, a soigneusement poli au tour la vis avec ses filets. C'est pour rémédier à cet état de choses que nous avons apporté à l'appareil de Kingsley des modifications qui en ont fait, à notre sens, un engin aussi parfait que possible pour obtenir l'extension du maxillaire supérieur.

Ces modifications, reproduites dans le dernier traité de clinique de prothèse de Martinier, ont pour but d'augmenter l'étendue et la puissance de son action et même d'exagérer à volonté la force agissante, soit à la partie antérieure de la plaque, soit à la partie postérieure.

Notre nouveau dispositif permet en outre de se servir plus longtemps du même appareil, qui conserve toute son action et toute sa rigidité pendant toute la course de la vis de Jack. Cette rigidité supprime complètement les oscillations de l'appareil et, par suite, l'usure des filets de la vis, qui peut être employée jusqu'au bout sans se dérégler et qui résiste aux sollicitations de la langue. L'appareil peut même servir temporairement à la contention des résultats acquis

Notre modification consiste dans l'adjonction à la vis d'extension de deux coulisseaux parallèles à la vis. Ces coulisseaux sont composés d'un tube cylindrique et d'une tige à frottement lisse, plus ou moins serrée, suivant l'effet à obtenir. Le tube a ses extrémités partagées en trois ou quatre segments, recourbés en dehors et insérés dans le caoutchouc. Lorsqu'on partage l'appareil en deux, le trait de scie divise également en deux les deux tubes et l'on insère ensuite les tiges dans ces derniers.

Si l'on veut obtenir un écartement plus accentué à l'avant qu'à l'arrière, ou réciproquement, on n'emploie qu'un seul coulisseau. à tige plus ou moins libre, susceptible même de se courber et qu'on place à l'endroit qui ne doit être que peu dilaté et où il joue, en quelque sorte, le rôle de charnière, le vérin étant fixé dans l'axe de la partie qui doit être la plus élargie.

Permettez-nous, à présent que nous nous croyons pourvu d'un appareil fort, rigide, indéréglable, d'examiner ce qui se passe lorsque les deux ailes de cet appareil s'éloignent l'une de l'autre, sous l'influence de la pression de la vis convenablement actionnée.

Dans leurs grandes lignes, les résultats sont les suivants : toute la masse des maxillaires supérieurs subit lentement un déplacement latéral, qui se fait même sentir au niveau de l'apophyse zygomatique et dont l'importance atteint son maximum au point d'application de la force agissante, pour décroître et finalement s'éteindre, au fur et à mesure qu'on s'en éloigne. Ce déplacement a certainement un retentissement sur les os voisins, auxquels les maxillaires supérieurs sont suturés.

De plus, et le phénomène a été constaté et signalé par les différents auteurs qui se sont occupés de la question, l'apophyse palatine et la lame horizontale de l'os palatin sont l'objet d'un léger abaissement. Il en résulte que la capacité de la cavité nasale augmente dans deux sens, la hauteur et la largeur.

Maintenant, serrons la question de plus près et suivons l'action progressive de l'appareil en tension.

Nous avons une voûte palatine en ogive, sur laquelle une solide base en caoutchouc durci a été étroitement moulée, depuis le sommet jusqu'au bord alvéolaire. Si nous exerçons simultanément une double poussée latérale, ou bien elle tendra à écarter l'une de l'autre les apophyses palatines des maxillaires inférieurs et les lames horizontales des palatins et à rompre la suture médiane, ou bien la suture cédera lentement par production de tissu nouveau.

Le premier cas serait désastreux et le second aurait pour résultat d'accentuer le rétrécissement des méats inférieurs.

Mais, soyons sans inquiétude ; dans la pratique, la suture résiste parfaitement et c'est l'appareil, dont la rétention cède le pas à l'effort de la vis, qui glisse et s'abaisse légèrement. Cette déviation minime est inaperçue, quoique appréciable au niveau des dents.

Dès lors, la pression n'est plus complète au sommet de la voûte et elle s'exerce surtout sur ses parties latérales.

Toutefois, la résistance sera encore plus ou moins grande, et elle retardera les résultats si elle n'y met un complet obstacle.

Il nous a paru paradoxal que l'on emploie, pour favoriser l'abaissement du plancher nasal, un appareil construit comme s'il devait au contraire lui servir de soutien et lui éviter toute dépression et nous avons modifié notre appareil de telle sorte qu'il favorise cet abaissement, au lieu de lui résister.

Nous avons, en conséquence, supprimé tout contact avec le sommet de la voûte palatine, en confectionnant l'appareil sur un modèle en plâtre dont cette région a subi, par une addition de stéarine, une rectification de courbure convenable.

Avec notre appareil à voûte abaissée, l'écartement latéral est plus rapide, par suite de la suppression de certaines résistances et il est quelquefois si actif qu'une malade, âgée de 14 ans, accusait, au bout de quinze jours, une sensation douloureuse sur toute l'étendue du sommet palatin, au pourtour de l'os nasal et jusque vers l'apophyse zygomatique.

Le but de cette communication est donc de vous montrer notre nouvel appareil extenseur et abaisseur de la voûte palatine et quelques résultats acquis.

Bien que les deux opérations aient des liens étroits et soient même souvent inséparables, nous n'aborderons pas la question d'élargissement du maxillaire inférieur, ce qui nous entraînerait au-delà des limites de temps accordées pour une communication.

Disons cependant que nous avons également construit, pour élargir le maxillaire inférieur, des appareils à action et à rigidité obtenus à l'aide des vis de Jack et de coulisseaux. Nous avons l'honneur de vous en soumettre deux spécimens, pour prendre date, en vous promettant une communication à ce sujet à la rentrée de la Société d'Odontologie de Paris.

---

## M. Julien VICHOT

A Lyon

### PROTHÈSE VÉLO-PALATINE DANS UN CAS DE DISPARITION TOTALE DE LA DENTITION AU MAXILLAIRE SUPÉRIEUR [617.938.6]

*— Séance du 6 août —*

En 1901, au Congrès d'Ajaccio, je fus vivement intéressé par le nouvel appareil Delair et par son ingénieux mécanisme.

Quelques mois après, en avril 1902, lors des assises annuelles de la Fédération dentaire nationale, j'eus l'occasion, dans une séance de démonstrations de la Société d'Odontologie de Paris, de voir fonctionner cet appareil. Cette démonstration faite sur une malade me permit de comprendre la théorie de l'appareil, son fonctionnement et d'en apprécier les résultats obtenus.

Au Congrès de Montauban, mon attention fut attirée par la méthode phonétique, que vous avez entendue et dont vous avez pu

lire l'exposé dans les comptes rendus de cette session. Cette méthode rend possible une phonation normale plus rapide que quand le sujet est livré à lui-même.

Je décidai donc, le cas échéant, d'employer l'appareil et la méthode Delair.

Il y a quelques mois, la malade faisant l'objet de cette communication se présente à mon cabinet avec un cas tout particulier.

Cette malade, jeune fille de 19 ans, est porteur d'une lésion congénitale très vaste : absence totale de voile et fissure palatine de deux centimètres environ de large, de forme rectangulaire, s'étendant en avant jusqu'à environ un centimètre de la crête alvéolaire sans trace de bec-de-lièvre; elle a vu disparaître progressivement toutes ses dents de la mâchoire supérieure. Dents et racines ont été extraites il y a environ deux ans et la malade porte, depuis cette époque, un appareil ordinaire composé d'une pièce palatine de restauration dentaire munie d'un prolongement en caoutchouc mou. Ce prolongement descend très bas et rétrécit la cavité naso-pharyngienne; la malade parle mal et l'appareil ne tient pas en place; il n'est maintenu que par les muscles de la langue, des joues et des lèvres.

Dans ce cas, l'appareil Delair est tout indiqué, mais je me pose alors cette question : pourra-t-il fonctionner? comment le faire tenir?

La malade, faute de temps, ne se résoud pas à faire extraire les mauvaises dents et racines qu'elle a au maxillaire inférieur et par conséquent la rétention au moyen de ressorts est impossible.

Les cornets et la cloison étant d'un volume normal comme on peut le voir sur le moulage, je ne pouvais songer à combler les fosses nasales comme l'indique le Dr Martin dans un cas de gueule de loup avec atrophie des cornets et de la cloison.

J'eus un moment l'idée d'appliquer le procédé de Brandt de Berlin, c'est-à-dire une poche en caoutchouc mou gonflée après la mise en place de l'appareil — procédé inauguré, d'ailleurs, récemment par mon ami le Dr Pont pour la rétention d'un appareil de prothèse restauratrice du maxillaire supérieur — ; mais, pas plus que le procédé du Dr Martin, je ne pouvais l'employer, car il aurait obstrué les fosses nasales et diminué le volume d'air qui doit y passer.

J'eus alors l'idée de faire au dos de l'appareil un prolongement horizontal en caoutchouc mou des fausses muqueuses. Ce prolongement fait tout le tour de la fissure, et s'y insinue.

Je fis d'abord une plaque d'essai. En la plaçant dans la bouche,

les deux prolongements latéraux cèdent facilement sous la pression, se rejoignent pour pénétrer dans la fissure, puis s'écartent et reprennent leur position première en s'appuyant sur les bords internes de la fissure.

J'essai cette plaque, le résultat fut parfait. Il ne me restait alors, ayant un moyen de rétention, qu'à faire l'appareil définitif; le voile a été fait d'après le procédé Delair, c'est-à-dire en caoutchouc rose ordinaire, cuit d'une façon spéciale pour lui conserver sa souplesse. Pour faire cet appareil, une empreinte de la voûte palatine seulement est suffisante et il n'est pas nécessaire d'avoir l'empreinte totale de la cavité naso-pharyngienne ; cette empreinte est souvent difficile à prendre et je n'ai pris celle-ci que pour vous montrer l'étendue de cette lésion, la cavité naso-pharyngienne, les cornets et la cloison.

Une fois l'appareil définitif mis en place, la voix de ma malade est immédiatement modifiée. Selon la théorie émise par Delair, en avril dernier, à Madrid, le clapet, muni de son tuteur, augmente à volonté la cavité de résonnance buccale et par conséquent l'acoustique. En même temps, la résonnance dans la caverne pharyngo-nasale est diminuée par suite de l'interception du passage de la colonne d'air expiré du larynx lorsque se produit l'éclatement du son, avant que par la volonté le sujet le transforme en parole par l'entrée en action des organes essentiels et accessoires de la parole.

Ce cas peu ordinaire de disparition totale du système dentaire à la mâchoire supérieure alliée à une fissure palatine de cette importance, surtout sur un sujet de cet âge, m'a permis d'appliquer l'appareil et la méthode Delair en employant ce moyen de rétention bien simple et qui, je crois, n'a pas été encore employé.

---


## M. le Dr GODON

Directeur de l'École dentaire de Paris


### REDRESSEMENTS TARDIFS [617.64]

*— Séance du 6 août —*

J'ai eu l'honneur de présenter au premier Congrès dentaire international de Paris, 1889, une communication sur ce sujet, qui se terminait par la conclusion suivante :

1° *Le redressement des dents peut être entrepris sur des adultes, mais la durée du traitement est en raison directe de l'âge du sujet, ainsi que le maintien de l'appareil de contention.*

Obs. I. — La personne qui faisait l'objet de cette communication était une jeune artiste âgée de 26 ans, qui présentait à la mâchoire supérieure une série d'anomalies d'arrangement des dents de la bouche, comme vous le verrez par le modèle n° 1, en date du mois de décembre 1885. Cette patiente était assez incrédule sur la possibilité du redressement de ses dents en raison de son âge et de l'avis négatif que lui avaient donné les dentistes qu'elle avait déjà consultés à Vienne et à Paris.

Malgré tout, je la décidai à entreprendre le traitement.

Je pratiquai l'extraction des premières bicuspides supérieures droite et gauche afin de faire de la place, puis je lui appliquai un appareil de redressement ordinaire destiné à agir sur les dents antérieures en les repoussant en avant, en lui recommandant de revenir me voir régulièrement deux fois par semaine. Je ne la revis que huit ou dix mois après et alors que je croyais qu'elle avait renoncé au traitement. Elle avait pourtant porté l'appareil qui avait projeté les dents en avant en les écartant; néanmoins je pus les ramener dans une position relativement régulière, comme vous le verrez par le modèle n° 2 en date de février 1887.

Je plaçai un appareil de contention, je soignai pendant quelque temps cette malade un peu irrégulière, puis je ne la revis plus pendant plusieurs années, lorsqu'en 1900, c'est-à-dire quatorze ans après, elle revint me consulter pour quelques dents cariées. J'examinai sa bouche avec un certain intérêt, pour me rendre compte des suites de mon redressement, et je fus heureux de constater que les résultats obtenus quatorze années auparavant s'étaient maintenus intégralement, comme vous pouvez le voir par le modèle n° 3 en date du 19 septembre 1900.

Il m'a paru intéressant de vous communiquer cette observation, étant donné qu'il s'agit d'un redressement tardif sur la possibilité duquel à cette époque on avait émis des doutes, doutes qui portaient encore plus sur la durée des résultats obtenus.

Aussi, à ma première conclusion de 1889 j'ajouterai : *les résultats obtenus peuvent se maintenir comme dans un redressement d'adolescent, si l'appareil de contention a été porté d'une manière suffisante ou si l'on n'a laissé du côté de l'articulation aucune cause de déplacement des dents.*

Obs. II. — Dans la deuxième observation il s'agit d'une patiente de 35 ans environ, Mme B..., qui vint me consulter, parce que les incisives centrales et latérales de la mâchoire supérieure, sans cependant être mobiles, étaient depuis quelques temps écartées et projetées en avant, comme vous le verrez par le modèle n° 1 en date du 24 septembre 1900.

Je constatai que le déplacement était dû en partie à l'allongement et au déplacement des incisives inférieures, en partie également aussi aux premiers symptômes d'une polyarthrite alvéo-dentaire à son début.

J'entrepris le redressement des dents :

1° En limant les bords triturants des dents inférieures en contact;

2° En redressant les dents supérieures par le procédé des fils de soie de Younger, comme vous le verrez par le modèle n° 1 *bis*, en date du 14 novembre 1900, qui a été pris avec les fils en place.

Au bout de deux mois environ, le redressement était terminé, comme vous le verrez par le modèle n° 2 en date du 29 novembre 1900.

J'appliquai un petit modèle de contention, que la patiente portait la nuit seulement.

Obs. III. — Dans la troisième observation, il s'agit d'une patiente un peu plus âgée, 38 ans environ, Mme C..., qui vint me consulter au sujet du déplacement de ses incisives centrales et latérales de la mâchoire inférieure. Un écart assez grand et très disgracieux existait depuis peu entre l'incisive latérale et la canine du côté droit, les incisives semblaient se placer obliquement les unes sur les autres; il en était de même du côté de la canine et de l'incisive latérale gauche, quoique l'écart fût moins pronencé. (Voir le modèle n° 1 en date du 12 avril 1901.)

Ces anomalies d'arrangement augmentaient chaque jour davantage. Comme dans le cas précédent, il s'agissait d'une polyarthrite à son début, mais je ne remarquai aucune cause provenant spécialement de l'articulation.

J'entrepris le redressement comme dans le cas précédent par le procédé des fils de Younger. Au bout de deux mois, ce redressement était terminé. J'appliquai, le 14 juin 1901, un appareil de contention, que la malade continue à porter régulièrement, parce qu'il n'est ni très gênant, ni très visible et les dents se sont bien maintenues en place depuis, comme vous le verrez par le modèle n° 2 qui a été pris le 23 juillet 1903, soit deux ans après.

Obs. IV. — La quatrième observation est plus intéressante, parce que la patiente est plus âgée encore.

Il s'agit d'une directrice d'École, Mme D..., âgée de 42 ans environ, qui était affectée d'un prognathisme de la mâchoire inférieure qu'elle avait supporté pendant toute sa jeunesse sans trop d'ennui, mais qui, en s'augmentant chaque jour par suite de la disposition de quelques-unes de ses molaires inférieures la préoccupait davantage par suite de ses occupations professionnelles.

(Voir modèle n° 1 en date du 24 juin 1902.)

Le redressement, déjà très difficile par suite des conditions d'âge de la patiente, l'était encore plus par suite de la presque impossibilité pour elle de porter d'une manière continue un appareil rehaussant l'articulation pendant les heures de classes. Malgré tout, je tentai l'opération. J'essayai d'abord d'agir sur les incisives latérales et centrales gauches supérieures par un petit appareil métallique formant un plan incliné placé à la mâchoire supérieure et maintenu par une couronne sur la deuxième grosse molaire gauche supérieure, le 9 octobre 1902.

Je complétai la traction par des fils de soie; mais les dents, par suite de leur engrènement et de la position des canines, étaient bien difficiles à mobiliser.

J'ai pu, pendant les vacances scolaires, placer un appareil complet sur la mâchoire supérieure rehaussant l'articulation et agissant un peu comme un plan incliné le 5 décembre 1902. J'obtins quelques résultats du côté de la mâchoire supérieure, mais les modifications les plus grandes furent obtenues du côté de la mâchoire inférieure par l'application d'un appareil composé d'un fil d'or agissant par une vis à charnière sur la face latérale des dents antérieures pour les ramener en arrière, le 26 décembre 1902. Ce mouvement était rendu possible par l'absence des premières petites molaires de chaque côté de la mâchoire inférieure.

On peut se rendre compte de la marche du traitement par les modèles n° 2 en date du 9 octobre 1902.

» n° 3 » » 19 janvier 1903.

» n° 4 » » 22 mai 1903.

» n° 5 » » 20 juillet 1902.

Un fait intéressant à noter est l'allongement des molaires qui, au bout de quelque temps, constitua en arrière un point d'appui précieux pour le soutien de la mâchoire et aussi pour la mastication. Il est probable que le même allongement se produira du côté des petites molaires. J'ai dû, du côté gauche, afin de rétablir l'articulation, appliquer deux couronnes sur la deuxième petite molaire et la première grosse molaire inférieure qui étaient très cariées.

Comme vous le voyez par le modèle n° 5 pris le 20 juillet 1903, les résultats sont très satisfaisants. Ils ont été obtenus en un peu plus d'une année, malgré les difficultés très grandes du cas, grâce au concours que m'a prêté la patiente, qui comprenait toute l'importance et *les difficultés* du traitement. On peut dire que les résultats se conserveront par suite de la présence des molaires et des conditions nouvelles de l'engrènement des dents antérieures et de celui résultant de l'allongement des dents et de la présence des couronnes.

De ces divers redressements, il résulte certaines observations intéressantes :

1° La persistance des résultats obtenus après quatorze ans chez une patiente âgée de 26 ans;

2° Le redressement par le procédé des fils chez des patientes de 35 et de 38 ans et le maintien des résultats obtenus;

3° Le redressement d'un prognathisme apparent chez une malade de 42 ans;

4° L'allongement apparent des dents pendant le cours du traitement.

Il m'a paru bon de vous signaler ces diverses observations, qui sont moins rares aujourd'hui depuis les travaux de Younger, mais qui n'en offrent pas moins quelques particularités intéressantes.

---

M. J. DE CROËS

Professeur suppléant à l'École dentaire de Paris

## ANOMALIES DENTAIRES ACQUISES [617.64]

— *Séance du 8 août* —

Les anomalies congénitales ayant été suffisamment étudiées et classées de façon magistrale en de maints travaux, pour que ce ne soit pas de ce côté, que notre observation ait été dirigée, nous avons été attiré au contraire vers les anomalies dentaires acquises, qui, jusqu'ici, tout au moins à notre connaissance, n'avaient été l'objet d'aucun travail. Elles sont pourtant nombreuses, importantes, puisqu'elles impriment dans presque toutes les bouches qu'elles frappent l'accident pathologique ou physiologique que notre profession nous donne le devoir de réparer; nous voyons donc la nécessité qu'il y a de définir et de classer ces anomalies pour pouvoir les enseigner avec méthode à nos élèves.

*Définition.* — Nous entendons par anomalies dentaires acquises : les déformations, les déviations et les déplacements que peuvent prendre après l'évolution dentaire complète les dents et les maxillaires sous l'influence de différents états anormaux, locaux ou généraux.

Les causes de ces anomalies sont nombreuses et peuvent varier à l'infini ; mais, comme il est indispensable de les classer, nous pouvons dire qu'elles se résument en trois ordres :

1er Causes d'ordre physiologique
2e — — pathologique
3e — — opératoire

1° *Causes d'ordre physiologique.* — Celles-ci sont fréquentes, puisqu'elles sont occasionnées par une sénilité précoce qui provoque les déviations, les élongations et la chute prématurée des dents.

2° *Causes pathologiques.* — Les causes pathologiques peuvent être divisées en deux catégories : les causes locales, parmi lesquelles il faut ranger les traumatismes non chirurgicaux, les gingivites, les stomatites, les ostéites et les nécroses; — les causes générales qui

comprennent les intoxications, le diabète, la syphilis, l'albuminurie, le tabes dorsalis et d'autres états généraux.

3° *Causes opératoires*. — Ces dernières sont encore plus nombreuses ; elles sont du domaine de la chirurgie générale : opérations exécutées sur les maxillaires ; ou du domaine de la chirurgie

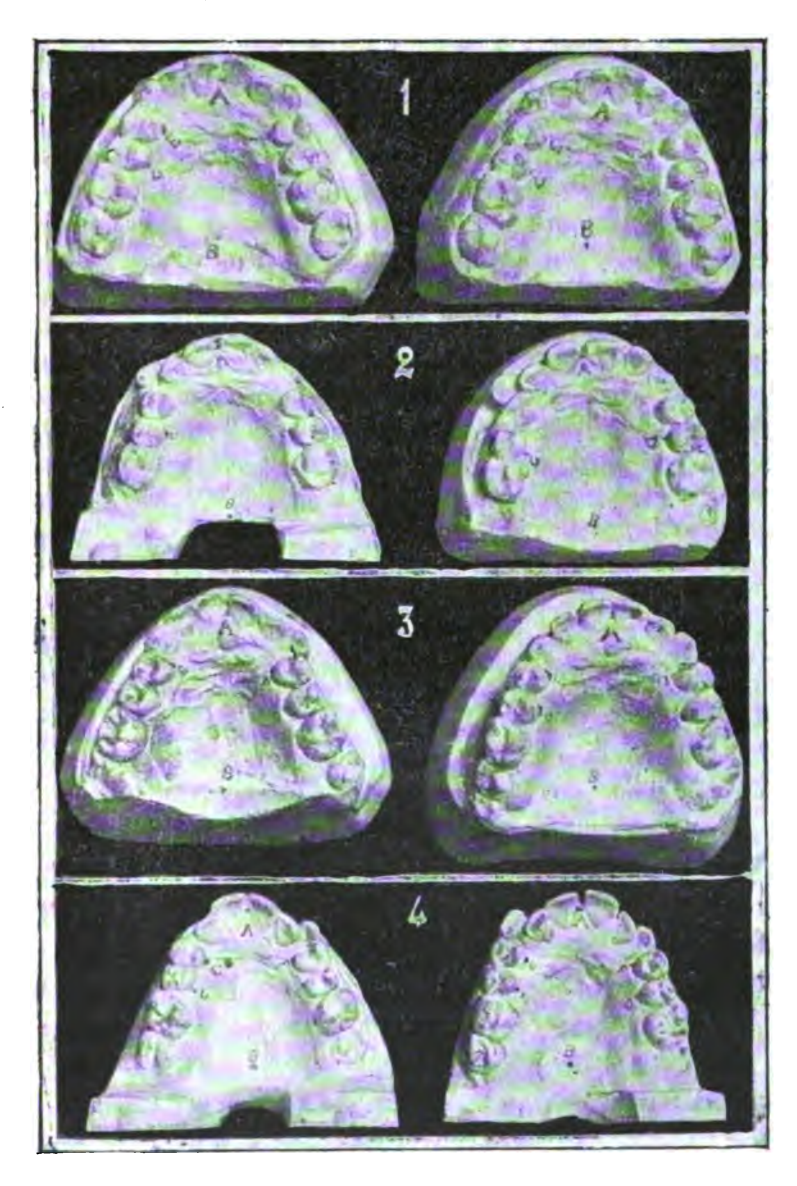



FIG. 1.

dentaire : extraction des dents. L'extraction d'une ou de plusieurs dents amène, en effet, le déplacement des dents voisines, soit par la tendance que celles-ci ont toujours à se desserrer, soit par l'élongation de la dent antagoniste qui ne se trouve plus soutenue par l'articulation.

*Classification.* — Les diverses causes que nous venons d'énoncer produisant sur les maxillaires l'articulation et les dents des effets multiples, nécessitant des soins différents, il était de toute importance que nous les divisions en catégories spéciales, qui nous donnent la classification suivante :

| | | |
|---|---|---|
| A — Anomalies des maxillaires....... | A — de forme<br>B — de dimensions | |
| B. — Anomalies d'articulation dentaire. | A — par imbrication<br>B — par béance<br>C — par opisthognathisme<br>D — par prognathisme | |
| C — Anomalies des dents............ | A — par déplacement. Siège<br>B — par projection.......... | antéroversion<br>rétroversion<br>latéroversion<br>rotation sur l'axe |

A. *Anomalies des maxillaires.* — L'extraction ou la chute des dents provoquent dans l'architecture des mâchoires des variations de forme et de dimensions ; ces variations ont pour cause l'ostéite raréfiante qui provoque une résorption plus ou moins accentuée du bord alvéolaire.

Un maxillaire partiellement dépourvu de dents présente des encoches de profondeur variable aux endroits où les dents manquent : l'arcade dentaire peut prendre une forme très irrégulière, capable de rendre difficile sa restauration prothétique (*fig. 1-2*).

Quand le maxillaire est totalement dépourvu de dents, l'arcade se trouve diminuée, à tel point que les joues et les lèvres n'ont plus de soutien (*fig 3*).

B. *Anomalies d'articulation.* — Elles peuvent succéder aux anomalies des maxillaires que nous venons de décrire ; ou bien elles peuvent être seulement sous la dépendance de déviations dentaires ; du reste, en les passant successivement en revue, nous étudierons leurs causes ·

*a). Imbrication.* — L'imbrication est l'anomalie constituée par l'écrasement de l'articulation; elle a pour cause l'absence de dents : cette absence peut être totale ou partielle.

S'il y a absence totale de dents, les crêtes alvéolaires tendent à se rapprocher jusqu'à ce qu'il y ait contact. La rencontre des bords

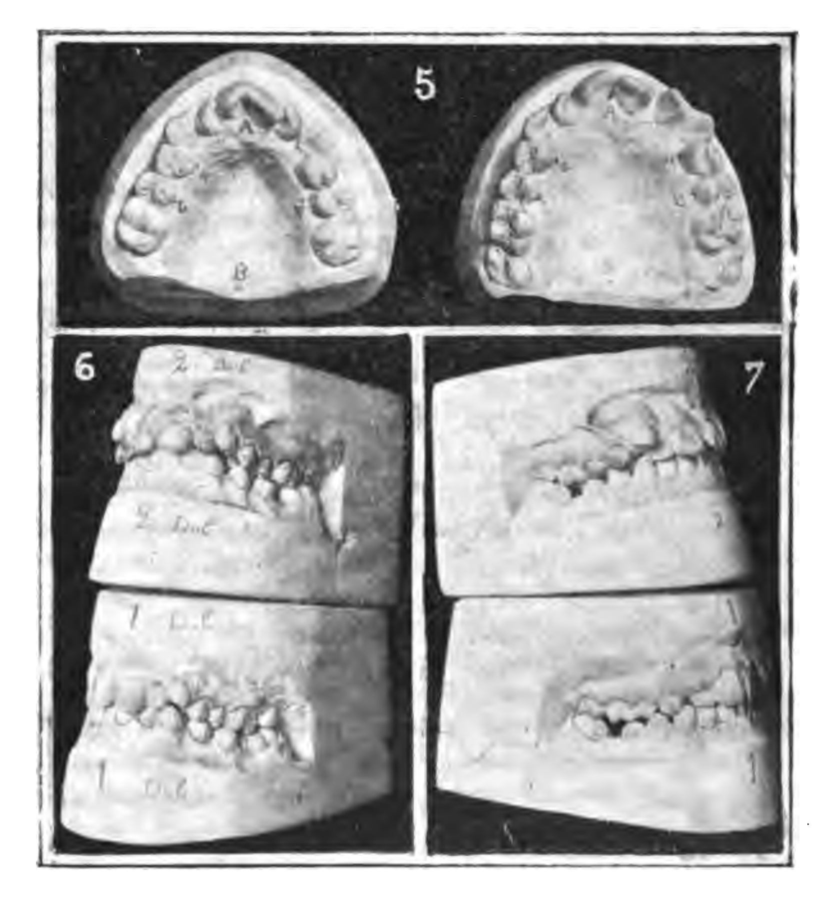



Fig. 2.

alvéolaires amène dans les muscles masticateurs, dans les muscles peauciers de la face, dans l'articulation temporo-maxillaire elle-même, des modifications considérables; elle provoque aussi une diminution de hauteur dans le diamètre vertical de la face, diminution qui enlève l'harmonie de l'esthétique faciale *(fig. 4)*.

L'absence partielle de certaines dents peut provoquer l'anomalie que nous appelons imbrication. Lorsque les molaires manquent, ou

même lorsqu'elles ne se rencontrent plus, l'imbrication peut se produire : les dents antérieures ne sont pas capables de s'opposer à la production de l'abaissement de l'articulation, car les supérieures sont chassées par les inférieures, ces dernières offrant à l'affaissement une résistance formée par la connexité de leur courbure dans le sens de l'effort (*fig. 5-6*).

Il n'est même pas nécessaire que toutes les molaires restantes n'aient pas d'antagonistes; l'imbrication peut se produire s'il reste deux ou plusieurs molaires se rencontrant; certains muscles masticateurs amènent alors une rotation de l'articulation sur ces molaires restantes et cette rotation a pour résultat un écrasement dans les rapports des dents antérieures, supérieures et inférieures (*fig. 8*).

B. *Béance*. — La béance acquise est constituée par un manque d'occlusion entre les dents antérieures, inférieures et supérieures: entre les dents, les mâchoires fermées, il existe un vide. Ce manque d'occlusion peut avoir deux causes :

1° Il peut être dû soit à une élongation physiologique de molaires séniles, qui rehaussent l'articulation;

2° Soit encore à la projection en avant des incisives, sous l'influence de la même cause atteignant primitivement ces dernières.

*Opisthognathisme*. — Quant un maxillaire seul est dépourvu de toutes ses dents ou du moins des antérieures, la résorption alvéolaire reporte en arrière de sa place primitive le bord alvéolaire et la mâchoire opposée prend alors l'apparence d'opisthognathisme (*fig. 4-6*).

*Prognathisme*. — Cette déformation est produite par la projection en avant des dents antérieures d'un maxillaire, généralement le supérieur, par les dents antérieures inférieures lorsque les molaires n'ont pas d'antagonistes ou lorsqu'elles n'existent plus (*fig. 7-8*).

C. *Anomalie des dents*. — Les dents subissent isolément, sous l'influence d'élongation, d'engrènement mauvais ou, par suite de la disparition de dents voisines, des phénomènes de déviations dans leurs positions régulières.

Elles peuvent être complètement déplacées et prendre par exemple la place d'une dent voisine extraite. C'est alors une anomalie de siège acquise. Nous en voyons un exemple dans l'extraction de la dent de 6 ans, dont la dent de 12 ans vient prendre la place lors de son évolution.

Les exemples de ces déplacements acquis sont nombreux; nous ne

croyons pas utile de les énumérer en détail; nos figures en contiennent quelques types intéressants

Les dents peuvent être complètement déplacées; elles subissent des déviations sur leur axe d'implantation; leur couronne est projetée dans une direction quelconque, soit en dehors, soit en dedans de l'arcade, à gauche ou à droite de leur place primitive.

Elles peuvent subir aussi des phénomènes de rotation toujours liés aux anomalies de projection *(fig. 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16)*.

Toutes les anomalies acquises des dents et des maxilllaires que nous venons d'étudier et qui rappellent les anomalies congénitales s'accompagnent de déformations plus ou moins apparentes, toujours nuisibles à l'esthétique faciale. Ces déformations esthétiques sont dentaires ou faciales.

Les déformations faciales sont les plus visibles, car elles sont plus apparentes généralement pendant la mastication et l'élocution.

Celles qui provoquent les plus grands changements sont les anomalies d'articulation par imbrication, surtout celles dues à l'absence totale ou partielle des dents.

Le manque total des dents sur le maxillaire supérieur amène de l'opisthognathisme de ce maxillaire; la lèvre supérieure est en retrait et elle peut être plus ou moins couverte par les dents inférieures. Si c'est le maxillaire inférieur qui est totalement dépourvu de dents, le menton est fortement saillant en avant.

IV. *Déformations qu'elles provoquent.* — Le manque partiel des dents peut porter sur un seul côté des maxillaires; ce côté de la face se trouve alors considérablement diminué.

Les déformations des dents détruisent d'une façon moins apparente l'esthétique faciale; elles sont cependant appréciables et provoquent une gêne notable, lorsque l'individu fait usage de la parole. L'élongation des dents antérieures, par exemple, s'accompagne du soulèvement de la lèvre supérieure et ce soulèvement découvre, lorsque l'individu parle, les changements survenus dans la disposition régulière des arcades dentaires. Ces déformations dentaires, auxquelles s'habituent ceux qui les possèdent, contribuent à leur faire perdre leur caractère de force, de jeunesse et de santé. Aussi est-il indispensable de remplacer rapidement les pertes de substance, de rétablir les articulations anormales et d'harmoniser l'aspect général des dents, absentes ou déviées, avec les divers moyens que la prothèse met à notre disposition.

M. le Dr DALBAN

A Paris

## SUR L'INFUENCE DES DISPOSITIONS ANATOMIQUES DANS LA MARCHE DES ABCÈS DENTAIRES [617.23:617.6]

*— Séance du 8 août —*

Les abcès dentaires peuvent se diviser en deux grandes classes : ceux qui évoluent à l'intérieur de la cavité buccale, ceux, au contraire, qui se font jour au dehors, c'est-à-dire les abcès cutanés. Parmi les premiers, les abcès vestibulaires sont les plus fréquents; ce sont eux, d'ailleurs, qui forment la majorité des abcès d'origine dentaire.

Il nous a paru intéressant de rechercher les causes qui favorisent ces deux localisations du pus, soit dans le sillon gingivo-labial, soit à la peau, car, si les abcès vestibulaires évoluent souvent sans grand dommage, il n'en est pas de même des abcès cutanés qui, avec leurs fusées lointaines dans les régions cervicales, thoraciques ou cérébrales, ont à leur actif des accidents mortels.

Cette prédominance des abcès vestibulaires n'a pas été sans frapper les observateurs et différentes raisons ont été données pour l'expliquer.

On a invoqué l'influence de la pesanteur, qui favoriserait au maxillaire inférieur la formation d'abcès cutanés, le pus, par son propre poids, ayant tendance à évoluer en dessous du sillon gingivo-labial. Cette raison n'est pas exacte. On constate, en effet, souvent, des abcès dentaires ayant une marche ascendante, évoluant de bas en haut, loin du foyer initial. Dans l'économie, d'ailleurs, ce fait n'est pas rare et l'on voit des collections purulentes volumineuses qui n'obéissent nullement, dans leur évolution, aux lois de la pesanteur.

On a prétendu également à tort que, suivant la localisation de la périostite au sommet, ou sur les côtés de la racine, on avait soit une ouverture cutanée, soit une ouverture gingivale. Or, il n'y a pas de périostite latérale sans périostite du sommet, sauf dans la pyorrhée, pourtant, et cette affection n'est pas celle qui engendre le plus souvent des abcès dentaires. Dans la périostite, complication du quatrième degré de la carie, l'infection ayant suivi la voie apicale, le

périoste va s'enflammer à ce niveau et de là gagner les parties latérales; mais le maximum d'infection d'intensité des phénomènes se trouvera toujours au sommet de la racine.

On pourrait plus vraisemblablement invoquer la différence d'épaisseur des maxillaires dans leur portion alvéolaire, permettant la perforation au point le plus faible. Le plus souvent, cette perforation se fait au niveau de l'extrémité radiculaire, point de départ de l'infection alvéolaire.

La grande raison invoquée par tous les auteurs est la différence de longueur entre les racines et le sillon gingivo-labial : des racines plus courtes que le sillon donneraient des abcès gingivaux, des racines plus longues des abcès cutanés. Or, comme les racines sont normalement plus courtes que le sillon, ainsi s'explique la fréquence des abcès vestibulaires.

Cette raison séduisante ne doit être admise que si on la complète par la suivante qui, à notre avis, doit dominer toutes les autres. L'ouverture de l'abcès, soit à la gencive, soit à la peau, est déterminée par le rapport des extrémités radiculaires avec les insertions musculaires du rebord alvéolaire. Or, les muscles de la joue s'insèrent précisément aux maxillaires, à peu près au niveau du fond du sillon gingivo-labial. On a pu dire ainsi que la différence de longueur entre le sillon et les racines jouait le principal rôle dans la marche du pus; mais en réalité ce rôle n'est qu'apparent.

L'influence musculaire est toute naturelle. C'est une règle de pathologie générale, en effet, que le pus, dans son évolution, obéisse aux plans musculaires et aponévrotiques : il ne peut en être autrement pour les abcès dentaires.

Les rebords alvéolaires sont sertis par une série d'insertions musculaires, parmi lesquelles celles du buccinateur, en dehors, sont les plus importantes. Les insertions osseuses de ce muscle se trouvent au niveau des trois grosses molaires et des deux prémolaires.

Le buccinateur est renforcé par d'autres muscles, dont les insertions, tout en étant plus éloignées du rebord alvéolaire, ont néanmoins une influence sur la marche du pus.

Au maxillaire inférieur ce sont les attaches osseuses des muscles masséter, triangulaire des lèvres, carré du menton.

Au maxillaire supérieur ce sont les muscles canin, myrtiforme, les deux élévateurs et les deux zygomatiques.

Si les extrémités des racines sont situées sur un plan supérieur à ces insertions musculaires (nous parlons, en ce moment-ci, du maxillaire supérieur), l'abcès évoluera forcément hors de la cavité buccale,

les muscles formant une barrière entre le pus et la bouche. Au contraire, si les extrémité radiculaires sont en dessous des insertions, l'abcès sera gingival, évoluera dans le vestibule.

Si nous n'admettions comme influence sur la marche du pus que la différence de longueur entre les racines et le sillon, dans les cas de racines plus longues que le sillon, l'abcès devrait toujours évoluer à la peau. Or, il n'en est rien et nous avons constaté maintes fois des exceptions ; c'est que précisément les insertions musculaires du rebord alvéolaire ne correspondent pas forcément au fond du sillon et qu'une racine plus longue que le sillon peut fort bien avoir, malgré cela, son extrémité radiculaire au dessous de l'insertion du buccinateur, par exemple, au maxillaire supérieur.

Un autre fait va nous prouver également que les dispositions musculaires ont une influence primordiale et presque exclusive sur la marche du pus.

Nous avons effectué une série de mensurations de sillons gingivo-labiaux. Nous avons établi des moyennes, donné des longueurs minima et maxima et, en comparant ces longueurs avec celles des racines des dents, d'après les tableaux de Black dans son anatomie dentaire, nous sommes arrivé aux conclusions suivantes. Normalement les racines sont plus courtes que le sillon, sauf pourtant au maxillaire inférieur, au niveau des grosses mollaires. Les trois grosses molaires inférieures, la dent de sagesse surtout, ont leurs racines plus longues que le sillon. Le sillon ginvivo-labial est plus profond au maxillaire supérieur qu'au maxillaire inférieur. Il atteint son maximum au niveau des canines, son minimum au niveau des dents de sagesse.

Puisque les grosses molaires inférieures ont leurs racines plus longues que le sillon à ce niveau, tous les abcès qu'elles engendreraient devraient forcément évoluer à la peau. Or, il n'en est rien et cela précisément parce que les insertions du buccinateur sont souvent sur un plan notablement inférieur au fond du sillon. De même, la fréquence des abcès cutanés dus à ces dents s'explique également, le buccinateur formant souvent une barrière entre le pus et la cavité buccale.

Cette influence musculaire est encore démontrée par les considérations suivantes. Le buccinateur, dont l'action est la plus immédiate, n'exerce pas son influence au delà des prémolaires, point où finit son insertion osseuse. Plus avant ce sont les autres muscles décrits, triangulaire des lèvres, carré du menton, qui agissent. Or, il existe un petit espace de deux à trois centimètres, entre le bord

antérieur du masséter et le bord postérieur du triangulaire, espace dans lequel ne se trouve aucune insertion. A ce niveau, le pus, n'étant plus gêné dans son évolution par une barrière musculaire, pourra fuser au loin; ou au contraire un abcès, primitivement situé au dessous du sillon gingivo-labial, pourra néanmoins revenir faire saillie dans le vestibule de la bouche, aucune barrière ne se trouvant entre lui et la cavité buccale.

L'influence des dispositions anatomiques que nous venons de signaler pour les abcès vestibulaires s'applique également aux abcès évoluant du côté des faces internes des maxillaires supérieur et inférieur.

Sur la face interne du maxillaire inférieur se trouve un muscle puissant transversalement étendu, le mylo-hyoïdien, qui établit une distinction très nette entre les abcès qui se développent soit au-dessus, soit au-dessous de lui. Les premiers vont évoluer vers le plancher de la bouche, les seconds vers la région sus-hyoïdienne. Si le pus contenu dans l'alvéole perfore celle-ci au-dessus du mylo-hyoïdien, nous aurons un abcès sub-lingual, au-dessous un abcès sus-hyoïdien. Ces abcès sont relativement rares, par suite de la disposition des racines et de l'épaisseur moindre des maxillaires en dehors.

Dans les abcès palatins, le pus n'obéira aux dispositions musculaires que si l'on est en présence d'un abcès du voile du palais. Là, en effet, se trouvent des muscles, en continuation directe avec ceux du pharynx, région vers laquelle l'abcès fusera d'une façon toute naturelle. Si l'on se trouve en présence, et c'est le cas le plus fréquent, d'un abcès évoluant à la voûte palatine, là pas de muscles, mais, en revanche, un périoste épais et une muqueuse ayant une influence manifeste sur la marche du pus.

En effet, le périoste, très épais, adhère intimement à la voûte osseuse au niveau de l'arcade alvéolaire, beaucoup moins sur la ligne médiane. La muqueuse palatine également, qui est très dense, adhère à l'os par de véritables prolongements fibreux qui s'attachent aux rugosités de sa surface. Cette adhérence, très forte au niveau des rebords alvéolaires, l'est beaucoup moins aussi au centre de la voûte, au raphé. Dans les deux tiers postérieurs une épaisse couche glandulaire s'interpose, en outre, entre la muqueuse et le périoste. Il en résulte que parfois des abcès, manifestement dus à une lésion d'une dent antérieure, vont s'ouvrir en arrière vers les grosses molaires ou sur la ligne médiane, car, à ce niveau, périoste et muqueuse étant beaucoup moins adhérents se laissent plus facile-

ment décoller. De plus, le périoste palatin est une membrane très résistante : le pus, avant de le perforer, le décollera sur une grande étendue et, comme le périoste fournit au squelette ses principaux éléments de nutrition, il en résultera que la nécrose ne sera pas rare à la suite d'abcès de cette région.

Certaines dents donnent presque toujours des abcès palatins, l'incisive latérale en particulier. Quelle est la cause de cette localisation spéciale ? On peut en chercher l'explication en remontant à la formation embryogénique du maxillaire supérieur et à l'évolution de cette dent.

En effet, comme on le sait, le maxillaire supérieur se développe par cinq points d'ossification, formant les pièces malaire, orbito-nasale, palatine et incisive. De toutes ces pièces, les quatre premières se soudent de très bonne heure, à la fin du sixième mois de la vie intra-utérine, pour constituer un os unique. La dernière, au contraire, la pièce incisive, est complètement isolée chez l'embryon ; elle reste séparée du maxillaire jusqu'au quatrième ou cinquième mois de la vie intra-utérine ; à la naissance, il existe encore chez la plupart des sujets des traces évidentes de cette suture. Cette suture persisterait, même chez les nègres jusqu'à la deuxième dentition ; cette pièce incisive, par suite de sa soudure tardive, a été considérée comme une vraie pièce osseuse isolée, d'où le nom d'os intermaxillaire qui lui est donné. Cet os intermaxillaire, un de chaque côté, a été lui-même décrit par Albrecht comme formé de deux pièces, l'une interne, l'autre externe.

Ces deux pièces représentent donc deux sutures, mais la suture externe disparaît rapidement, de telle sorte que, se basant uniquement sur la suture interne, on a pu pendant longtemps décrire une seule pièce à l'os incisif. Or, cette suture interne se termine précisément au niveau de l'incisive latérale. C'est elle qui disparaît la dernière, comme le prouve pathologiquement le bec-de-lièvre, affection due à l'absence de soudure de l'os intermaxillaire. On distingue deux sortes de bec-de-lièvre : le médian, dû à la non-soudure des deux os incisifs entre eux, et le latéral à la non-soudure des deux pièces interne et externe constituant l'os incisif. Le dernier est plus fréquent que le premier, précisément parce que la suture interne disparaît la dernière. Puisque la soudure entre les deux pièces constituant l'os incisif se fait la dernière, puisque précisément l'intervalle correspond à l'incisive latérale, ne peut-on admettre entre cette considération embryogénique et le fait pathologique des fistules palatines une relation de cause à effet? N'est-il pas naturel que le

pus s'échappe par une voie toute tracée, au niveau d'un point faible, véritable fontanelle? Ne voyons-nous pas au crâne les méningocèles, les encéphalocèles faire saillie à l'extérieur par les sutures des divers os du crâne?

Ajoutons aussi que cette soudure intermaxillaire est beaucoup plus nette à la face palatine qu'au plancher des fosses nasales.

Si nous considérons maintenant l'incisive latérale sur un maxillaire d'adulte, nous voyons que sa racine est beaucoup moins perceptible sur la face externe de l'os que les racines de l'incisive centrale et surtout de la canine. Cette situation profonde rapproche donc cette dent d'une ouverture palatine. Cette situation postérieure est peut-être due également à une notion embryogénique. On sait que les dents permanentes naissent d'un bourgeonnement du cordon primitif qui a servi à former les dents temporaires; or, ce bourgeon prend naissance en arrière et les dents permanentes une fois formées se trouvent placées à la face postérieure des dents temporaires.

Au moment de l'éruption des dents permanentes les incisives latérales ne viennent qu'après les incisives centrales, qui par leur volume ont déjà occupé une grande partie de l'espace destiné aux incisives latérales; de plus, quand l'incisive latérale fait son apparition, la canine de lait, qui ne tombe que plus tard, est encore en place. Donc la dent est gênée à la fois des deux côtés; c'est peut-être pour cela qu'elle garde cette direction postérieure qui, par suite de la disposition spéciale de l'os intermaxillaire, favorisera encore, pour cette dent, la formation de fistules palatines.

Telles sont les diverses influences qui paraissent exercer une action sur la marche des abcès dentaires. Ce sont les dispositions anatomiques qui jouent le principal rôle, en particulier la situation des plans musculaires et aponévrotiques de la région. Ce sont eux qui guident le pus dans son évolution et qui favorisent la formation soit d'abcès vestibulaires ou sub-linguaux, soit d'abcès cutanés. Pour les abcès palatin le pus est guidé par la disposition spéciale de la mnqueuse et du périoste dans cette région,

---

# TABLE ANALYTIQUE

**Dans cette table, les nombres qui sont placés après la lettre *p* se rapportent aux pages de la première partie, ceux placés après l'astérisque * se rapportent à celles de la deuxième partie.**

# TABLE DES MATIÈRES

## SECONDE PARTIE

### NOTES ET MÉMOIRES

---

# ERRATA

| Pages | Lignes | Au lieu de | Lire |
|---|---|---|---|
| — | — | — | — |
| 149 | 12 à partir du bas. | **l'intervention** | **l'interversion.** |
| 155 | 6 | **3212** | **3221** |
| 182 | dernière ligne | $\alpha_1$, $\alpha_2$, $\alpha_3$ | **log** $\alpha_1$, **log** $\alpha_2$, **log** $\alpha_3$. |
| 186 | 4 et 5 | permuter les lettres **A** et **A'**. | |
| 354 | 6 | **ot** | **at.** |
| 358 | 13 | **et en marquant** | **et en remarquant.** |
| 359 | 3 | **les objets** | **les objectifs.** |
| 770 | figure | **Pont-de-Cé** | **Ponts-de-Cé.** |
| — | — | **Serraut** | **Serrant.** |
| — | — | **Eure** | **Èvre.** |
| 867 | titre du mémoire | **Espagne** | **Espace.** |

Angers, imp. Germain et G. Grassin. — 2010-4.

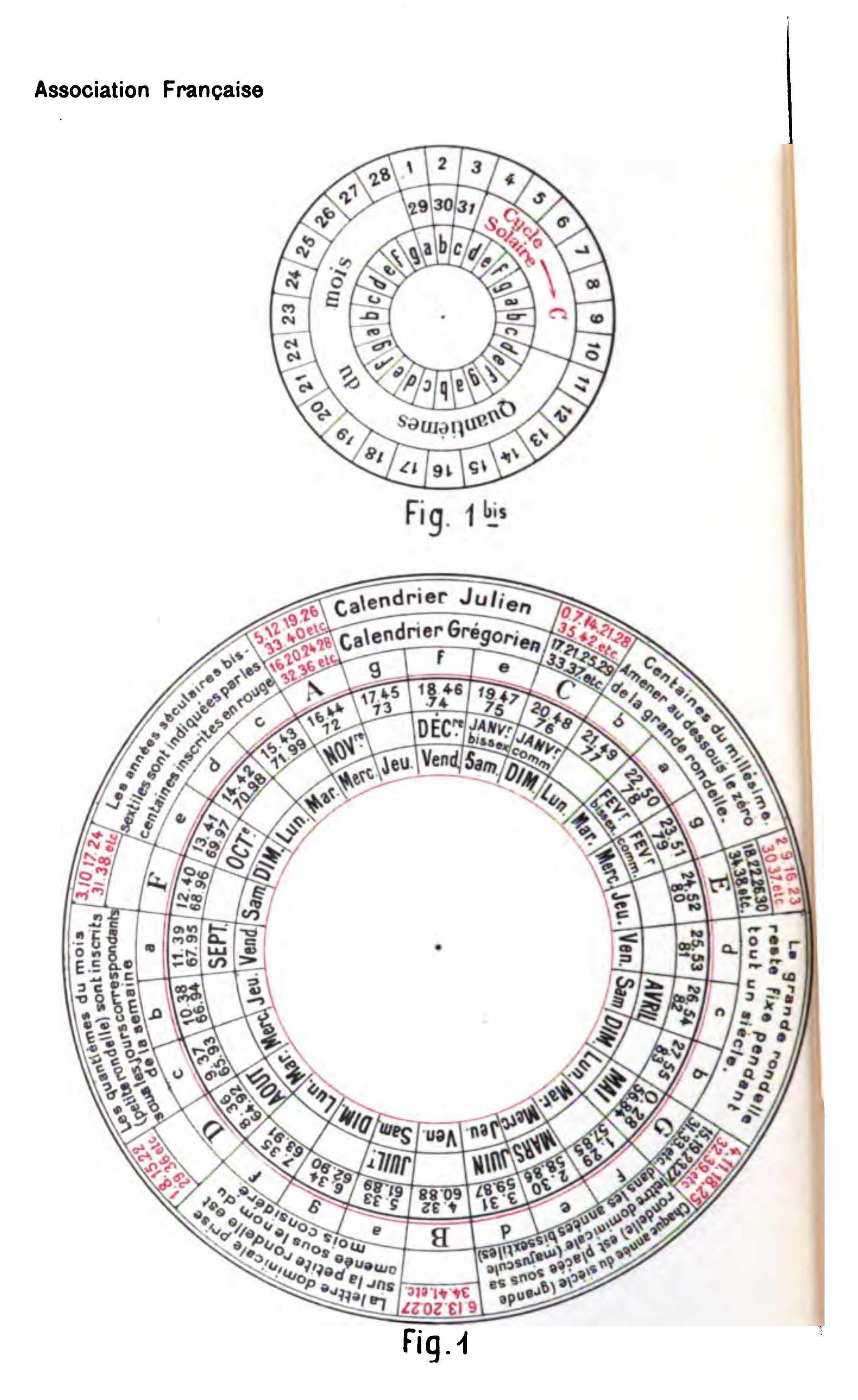


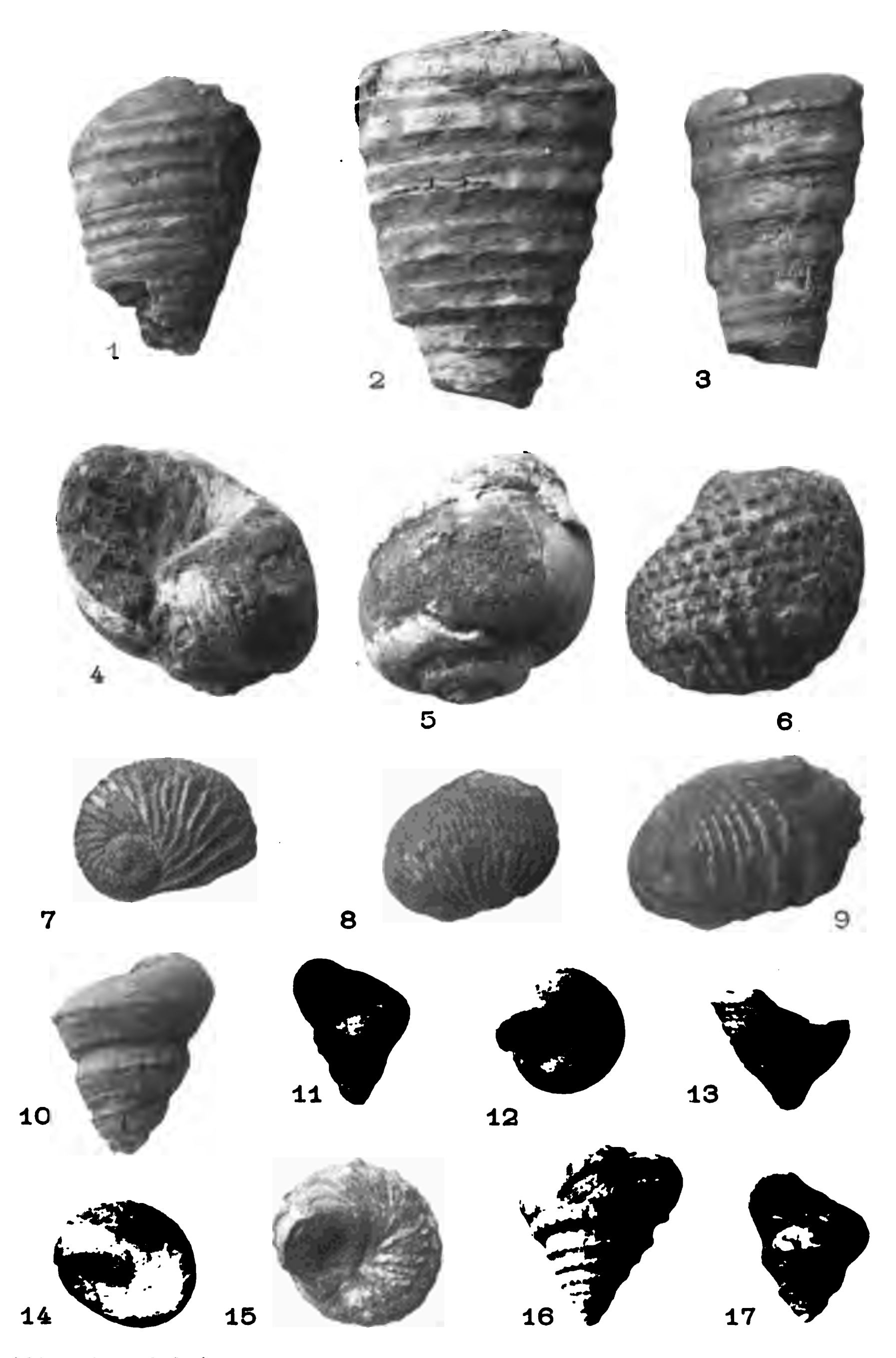

Fig. 1 bis

Fig. 1

L. F. J. GARDÈS —

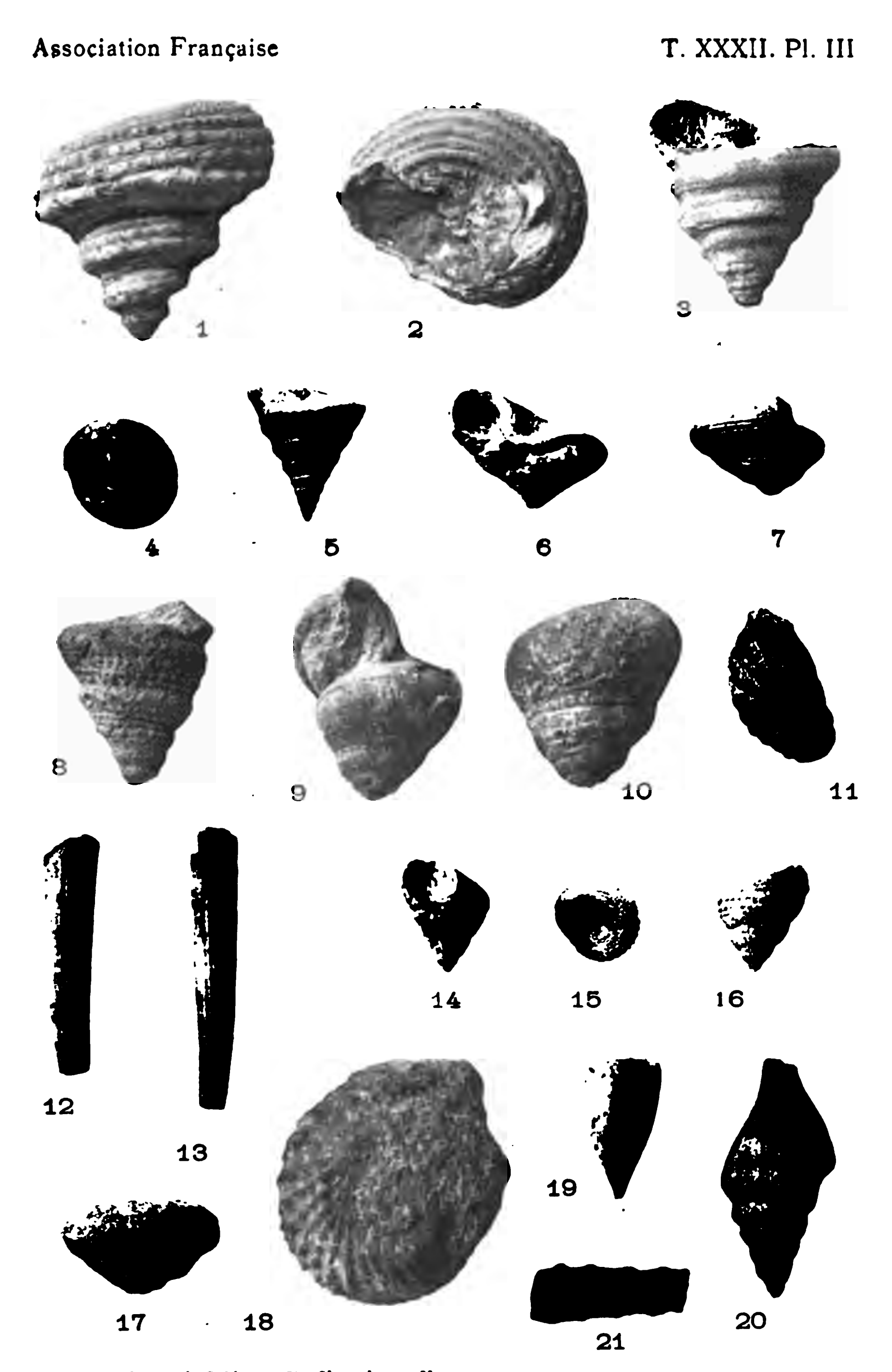
Paris. — Imp. des Beaux-Arts, 36, r de Seine

IDES




Clichés et Phototypie Sohier, Champigny-s.-Marne.

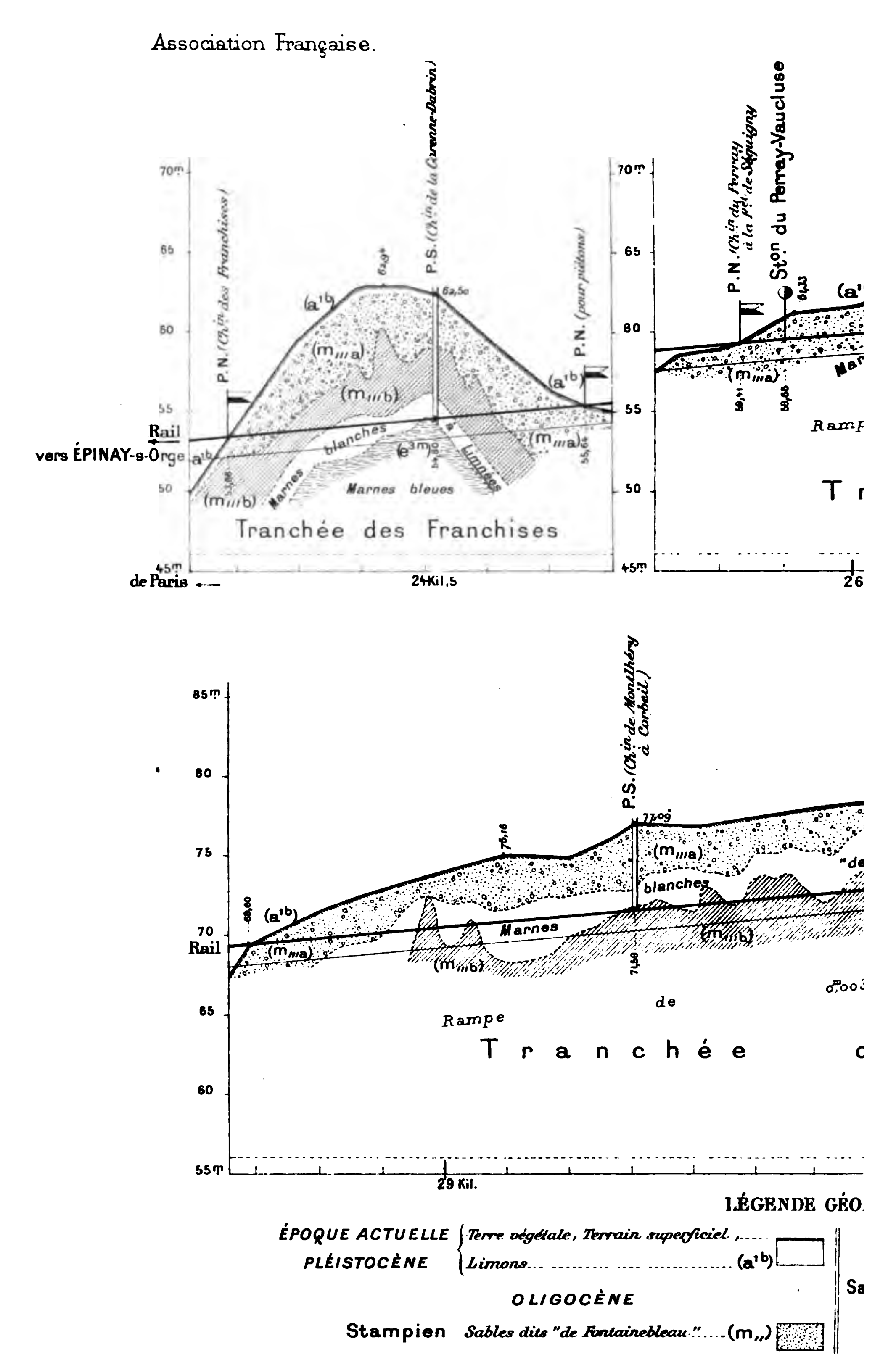
M. COSSMANN, coquilles crétaciques recueillies en France.



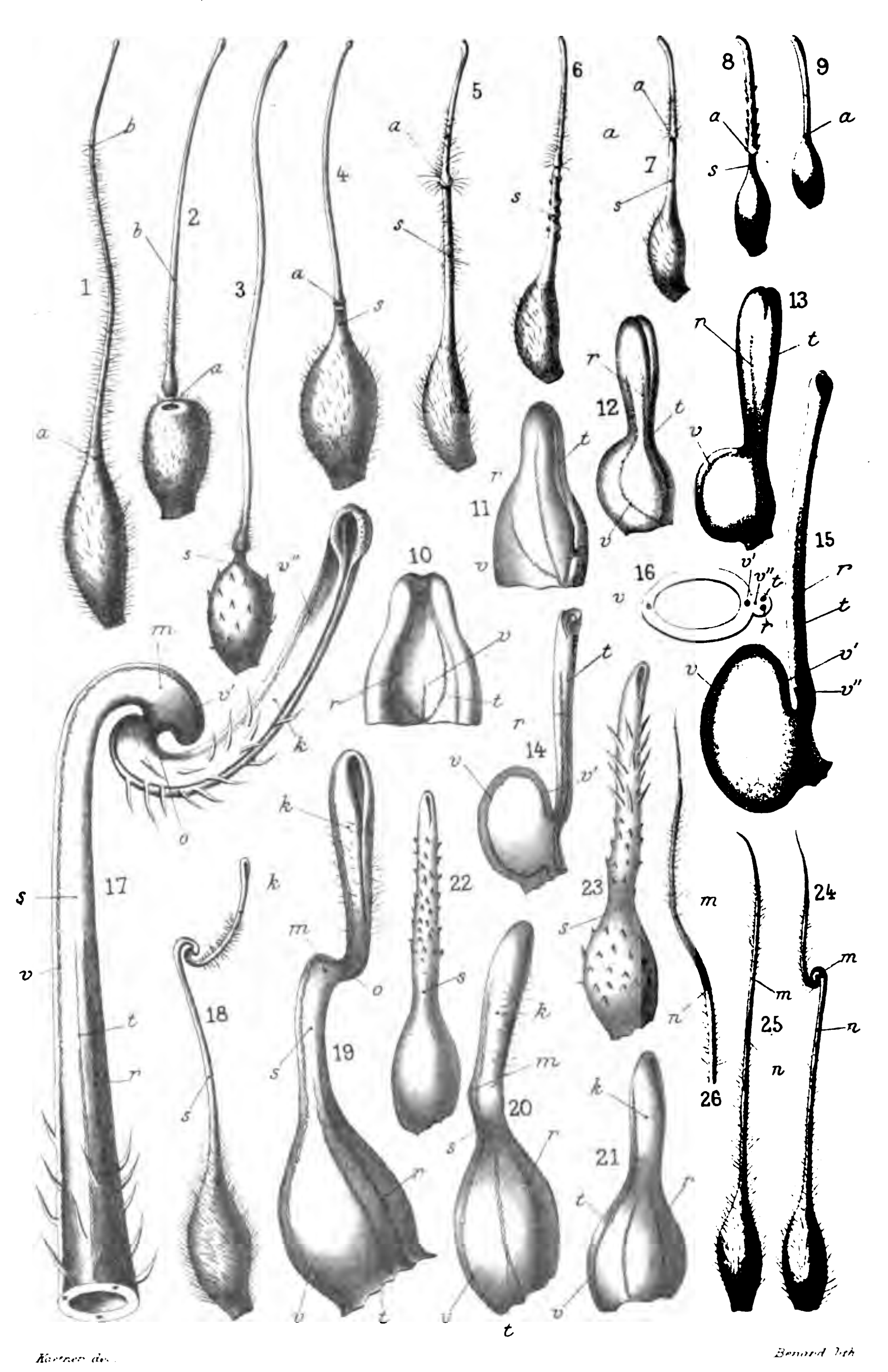

Clichés et Phototypie Sohier et Cie, Champigny-s.-Marne.

M. COSSMANN, coquilles crétaciques recueillies en France.

Association Française.

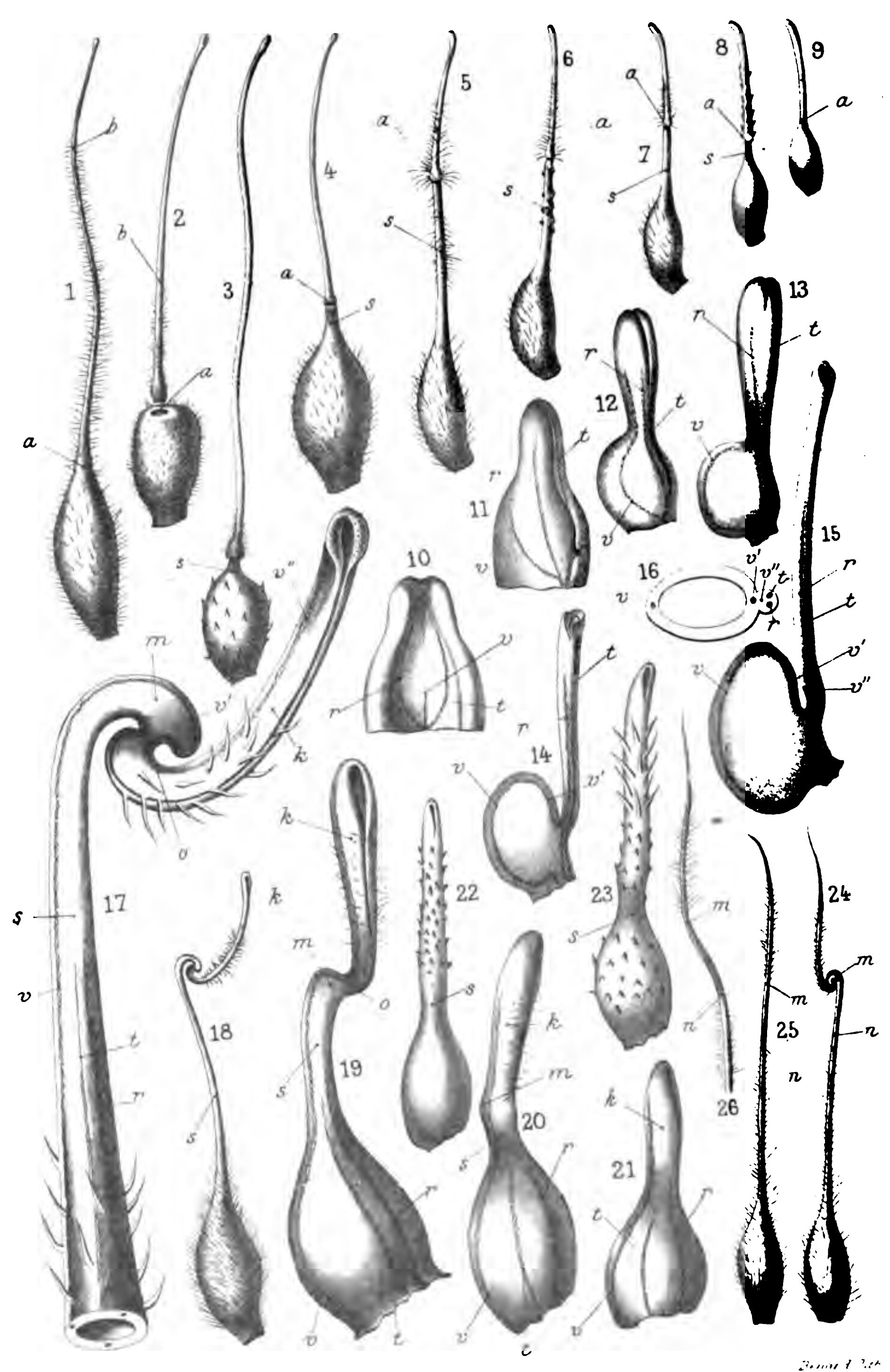



G.-F. DOLLFUS et G. RAMOND._PROFIL GÉOLOGIQUE DE 3
entre Épinay-sur-Orge et Bré




Kastner del. Benard lith.

G. DUTAILLY. LE STYLE GYNOBASIQUE DE CERTAINS GEUM




C. DUTAILLY. LE STYLE GYNOBASIQUE DE CERTAINS GEUM

